



Quantificação e valoração de serviços de ecossistema das árvores monumentais da cidade do Porto

Isabel Cristina Jesus Duarte

Dissertação de Mestrado de Engenharia Agronómica

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

2019

Orientador

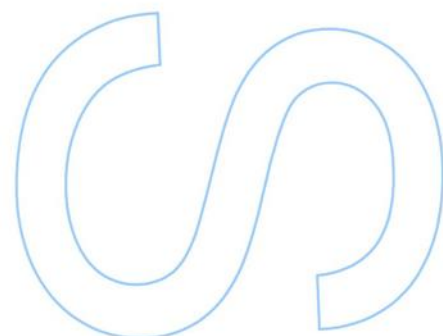
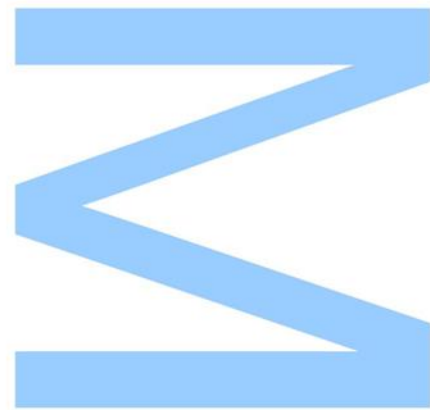
Mário Manuel de Miranda Furtado Campos Cunha, Professor Auxiliar,

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Coorientador

Marisa da Silva Graça, Doutorada em Arquitetura Paisagista

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto



Agradecimentos

Ao professor Mário Cunha, por toda a disponibilidade e suporte demonstrado ao longo deste trabalho

À Marisa, por ter tornado possível fazer um trabalho em que tanto acredito, e por toda a ajuda, dedicação e disponibilidade

À professora Cristina Queirós, pela enorme paciência, ajuda e disponibilidade

À Eng. Isabel Lufinha pela oportunidade de poder realizar este trabalho e por todo o apoio

À equipa do FUTURO – projeto das 100.000 árvores na Área Metropolitana do Porto e pela colaboração

Ao Pedro, pela incansável disponibilidade sem folgas e fins de semana, sob sol ou chuva, frio ou calor

Ao Américo, pela disponibilidade e paciência para me ajudar e animar nos momentos mais complicados

À Luísa, por ter trocado um belo dia de praia por um doloroso dia de trabalho

Ao Rui, por trocar uma tarde de filmes por uma tarde de trabalho

Ao Cris pelo suporte e inspiração

À Micas porque por me mostrar que o Porto podia ser a minha casa

À Sandra, por ter sido mais do que uma fiel amiga, uma verdadeira madrinha

À Carolina, por ouvir as minhas lamentações diárias e nunca me ter fechado a porta

À Helena, pela paciência inesgotável

À Cris, pelos magníficos ensinamentos e vivências

À minha prima, pelo animo indispensável

À minha tia, pelo suporte e compreensão

Aos meus pais, por sempre me terem incentivado a investir na educação

A todos os colegas e professores que tornaram o meu percurso mais entusiasmante e contribuíram para eu ser uma pessoa mais culta.

Resumo

Os benefícios gerados pelos ecossistemas urbanos têm um grande impacto na qualidade de vida da população mundial. Este trabalho propõe-se realizar a quantificação dos serviços de ecossistema (SE) prestados pelas árvores monumentais classificadas ou propostas para classificação “de interesse público” (AMIP) da cidade do Porto, e cálculo do respetivo valor monetário. Pretende-se contribuir para determinar qual o custo associado à perda destas árvores, e que tipo de medidas e ações de gestão e planeamento devem ser promovidas para a sua valorização. Apesar de existirem alguns trabalhos sobre a valoração dos SE prestados por árvores em meio urbano, não existe ainda nenhum estudo a nível nacional especificamente focado nos SE prestados por AMIP. Embora não constituam um número muito expressivo na cidade do Porto, as AMIP têm um baixo custo de manutenção e carecem de estudos que permitam avaliar o seu contributo para os SE prestados pelas áreas verdes urbanas, razão pela qual se desenvolveu este estudo. Para avaliar a perceção dos residentes e utentes da cidade do Porto quanto aos benefícios gerados pelas AMIP, recorreu-se a um questionário em que foi também aplicada uma metodologia de preferência declarada (método contingente) para determinar o valor monetário desses benefícios. A avaliação e quantificação de alguns SE de regulação, incluindo a respetiva valoração monetária, foi desenvolvida com o apoio da ferramenta de modelação i-Tree Eco. O questionário demonstrou que as pessoas têm uma visão de longo prazo face às AMIP e que os mais jovens, apesar de serem os que menos valorizam os benefícios destas árvores, demonstrando menor conhecimento e contacto com as mesmas, são os que estão mais recetivos a novos conhecimentos sobre esta temática. Estima-se que anualmente as AMIP na cidade do Porto removem 260 kg de poluentes (equivalentes a 840€), sequestram da atmosfera 9 t de carbono (828€) e evitam o escoamento pluvial de 889 m³ de água (7 181 €). Simultaneamente, armazenam na sua estrutura 713 t de carbono (68 702 €). Os resultados deste trabalho evidenciam a necessidade de promover práticas de gestão e planeamento que assegurem a longevidade das AMIP, pois existe um interesse social e retorno financeiro a longo prazo.

Palavras-chave

Serviços de ecossistema; espaços verdes urbanos; classificação de interesse público; serviços culturais; serviços de regulação; i-Tree.

Abstract

The benefits generated by urban ecosystems have a large impact on the quality of life of the world's population. This work aims to quantify the ecosystem services (ES) provided by the classified or proposed monumental trees of “public interest” (MTPI) in the city of Porto, and calculate the respective monetary value. It is intended to contribute to determine the cost associated with the loss of these trees, and what kind of management, planning measures and actions should be promoted for their appreciation. Although there is already some work on the valuation of ES provided by trees in urban areas, there is still no national study specifically focusing on ES provided by MTPI. Even though the MTPI do not represent a very significant number in the city of Porto, they have low maintenance costs and are thought to contribute very significantly to the ES provided by urban green areas, which is why their study is important. To assess the perception of residents and users of the city of Porto regarding the benefits generated by MTPI, a questionnaire was used in which a stated preference methodology (contingent method) was also applied to determine the monetary value of these benefits. The quantification of some regulating ES, including their monetary valuation, was developed with the support of the i-Tree Eco modeling tool. The questionnaire showed that people have a long-term view of MTPI and that younger people, although being the ones who least value the benefits of MTPI and demonstrate less knowledge and contact with these trees, are the ones who are more receptive to new knowledge about this topic. It is estimated that annually the MTPI of Porto remove 260 kg of pollutants (equivalent to 840 €), sequester 9 t of carbon (828 €), and avoid 889 m³ surface runoff (7 181 €). Simultaneously, they store in their structure 713 tons of carbon (68 702 €). It is important to promote management and planning practices that ensure the longevity of MTPI, as there is a social interest and long-term financial return.

Keywords

Ecosystem services; urban green areas; public interest classification; cultural services; regulating services; i-Tree

Índice

Introdução.....	1
1. Serviços de ecossistema.....	6
1.1. Origem e consolidação do conceito	6
1.1.1. Iniciativas para além do MEA	10
1.2. Classificação de serviços de ecossistema	10
1.3. Serviços de ecossistema em meio urbano.....	14
1.4. Avaliação dos serviços de ecossistema.....	16
2. Árvores monumentais classificadas de “interesse público”	18
2.1. Importância das árvores monumentais em meio urbano.....	19
2.2. Perspetiva europeia e mundial sobre classificação de árvores	20
2.3. Enquadramento legal e processo de classificação em Portugal.....	21
3. Material e Métodos	23
3.1. Caracterização da cidade do Porto	23
3.2. Caracterização das árvores monumentais de interesse público da cidade do Porto	24
3.3. Valoração de árvores em meio urbano	26
3.4. Inquérito	27
3.4.1. Desenvolvimento e implementação do Inquérito.....	27
3.4.2. Análise estatística.....	34
3.5. Software <i>i-Tree Eco</i>	36
3.5.1. Desenvolvimento e implementação do projeto.....	37
4. Resultados e discussão	40
4.1. Inquérito	40
4.1.1. Serviços de ecossistema	41
4.1.2. Desserviços.....	47
4.1.3. Síntese dos resultados	48
4.2. Projeto <i>i-Tree Eco</i>	48

4.2.1. Estrutura das AMIP.....	49
4.2.2. Serviços de ecossistema	52
4.2.3. Desserviços.....	56
4.2.4. Síntese dos resultados	57
4.3. Recomendações para a valorização das AMIP.....	58
Conclusão.....	60
Referências	62
Anexos	1A

Anexo A - Tabela de identificação das árvores monumentais classificadas ou propostas para classificação de interesse público	1A
Anexo B - Inquérito aplicado entre 28 de maio e 14 de julho de 2019 a uma amostra de 496 pessoas (de forma presencial ou online).....	3A
Anexo C - Modelos de cálculo do i-Tree Eco	5A
Anexo D - Folha de registo de dados do i-Tree Eco, recolhidos entre 11 de junho e 7 de agosto.....	9A
Anexo E - Gráficos da análise estatística do inquérito para as questões 1), 2) 5) e 7) ou 1) 2) e 7) para as variáveis socioeconómicas idade e rendimento, respetivamente ..	10A
Anexo F - Árvores classificadas de “interesse público” na cidade do Porto.....	12A
Anexo G - Árvores propostas para classificação de “interesse público” na cidade do Porto.....	22A
Anexo H – Lista dos serviços de ecossistema estimados e respetiva identificação para todos os exemplares de AMIP	32A
Anexo I – Gráficos com as estimativas da quantidade e respetivo valor dos serviços de ecossistema calculados para as espécies de AMIP com maior produção.....	42A

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Comparação do sistema de classificação proposto pelo <i>Millennium Ecosystem Assessment</i> (MEA) com o do <i>The Economics of Ecosystems and Biodiversity</i> (TEEB).....	12
---	----

Tabela 2 - Definição das três grandes secções dos serviços de ecossistema na versão revista (V5.1) da <i>Common International Classification of Ecosystem Services</i> (CICES).....	13
Tabela 3 - Classificação de serviços de ecossistema em meio urbano e seus indicadores.	15
Tabela 4 - Tabela comparativa dos vários métodos de avaliação dos SE.....	17
Tabela 5 - Número e percentagem dos espécimes de árvores monumentais classificadas de interesse público na cidade do Porto	25
Tabela 6 - Síntese da metodologia de questionário dos artigos seleccionados	29
Tabela 7 - Associação dos vários benefícios avaliados em cada estudo com a classificação CICES para os serviços culturais.....	31
Tabela 8 - Questões associadas aos benefícios avaliados	33
Tabela 9 - Caracterização socioeconómica de uma amostra de 496 pessoas entrevistadas entre 28 de maio a 14 de julho de 2019, para explorar as percepções associadas às AMIP.	40
Tabela 10 - Análise comparativa da média da percepção dos benefícios associados às árvores monumentais de interesse público (AMIP), de acordo com as diferentes variáveis socioeconómicas..	43
Tabela 11 - Análise comparativa da frequência de respostas para diferentes questões, de acordo com as diferentes variáveis socioeconómicas.....	45
Tabela 12 - Lista das espécies de árvores monumentais de interesse público da cidade do Porto, ordenadas por ordem decrescente de número de árvores, e respetiva área foliar, peso de biomassa foliar, peso seco de biomassa e condição média.....	49
Tabela 13 - Espécimes de AMIP com maiores valores de DAP	51
Tabela 14 - Resumo dos SE prestados pelas espécies de AMIP.....	51
Tabela 15 - Poluição anual removida pelas AMIP e respetivo valor monetário.	51
Tabela 16 - Espécimes de árvores monumentais de interesse público do Porto com maior quantidade de carbono armazenado.....	51
Tabela 17 - Espécimes de árvores monumentais de interesse público do Porto com maior quantidade de carbono sequestrado anualmente.....	51
Tabela 18 - Espécimes de árvores monumentais de interesse público do Porto com maior quantidade de águas pluviais intercetadas e consequente escoamento evitado.	51
Tabela 19 - - Lista das espécies de árvores monumentais de interesse público do Porto ordenadas por ordem decrescente de emissões anuais de COVs (kg) por biomassa foliar (kg)..	51
Tabela 20 - Tabela resumo dos resultados mais relevantes do projeto i-Tree Eco.. ...	51

Tabela 21 - Comparação entre os serviços de ecossistema produzidos pelas 357 árvores monumentais de interesse público da cidade do Porto, e pelas 281000 árvores da cidade do Porto.....	58
--	----

Lista de Figuras

Figura 1 – Ilustração da ligação entre os serviços de ecossistema e o bem-estar humano.....	7
Figura 2 – Diagrama ilustrando a evolução do processo ao valor gerado pelos ecossistemas, adotado pela <i>Common International Classification of Ecosystem Services</i> (CICES)	8
Figura 3 - Sistema dinâmico que representa as complexas interações necessárias para produzir serviços de ecossistema na escala regional, impulsionados pelos fluxos de energia, matéria e informação através do sistema.....	9
Figura 4 – Classificação hierárquica dos serviços de ecossistema proposta pela CICES	13
Figura 5 - Freguesias do concelho do Porto	24
Figura 6 – Composição das espécies das árvores monumentais da cidade do Porto (árvores classificadas e propostas para classificação de interesse público).	25
Figura 7 – Percentagem da população de árvores monumentais de interesse público por continente de origem.	26
Figura 8 - Diagrama ilustrativo dos dados requeridos e da informação gerada pelo software i-Tree Eco.....	37
Figura 9 – Hipsómetro (Vertex) e transponder	38
Figura 10 – Percentagem de árvores monumentais de interesse público por classes de DAP.	50
Figura 11 – Distribuição das espécies de árvores monumentais de interesse público mais representativas por classe de DAP.....	50
Figura 12 - Condição da copa das AMIP analisadas.....	51
Figura 13 – Poluição anual removida pelas AMIP e respetivo valor.....	54

Lista de Abreviaturas

AM: árvores monumentais

AMIP: árvores monumentais de interesse público

CICES: *Common International Classification of Ecosystem Services*

DAP: diâmetro à altura do peito

MEA: *Millenium Ecosystem Assesment*

SE: serviços de ecossistema

TEEB: *The Economics of Ecosystem and Biodiversity*

Introdução

Nos últimos 70 anos, a elevada procura global por recursos naturais como alimento, água doce, madeira, fibra e combustível, bem como a elevada poluição gerada na sua transformação e consumo (deposição de resíduos, poluição da água e do ar) alterou os ecossistemas com uma rapidez e escala sem precedentes.

Esta alteração no consumo dos recursos contribuiu substancialmente para o bem-estar e o desenvolvimento económico em geral. No entanto, não beneficiou de igual forma todas as regiões e pessoas. Simultaneamente, gerou enormes custos para o planeta, tais como o aumento dos gases de efeito de estufa, que podem levar a consequências ecológicas imprevisíveis e irreversíveis (Dunlap, 2016; MEA, 2005). Atualmente são muitas as evidências que confirmam a insustentabilidade do bem-estar das populações assente na degradação dos ecossistemas, tendo esta temática recebido grande atenção no contexto da investigação científica.

Perante a constatação de que o sistema ecológico que suporta a vida se encontra cada vez mais ameaçado por uma visão economicista de curto prazo, tem sido amplamente promovida uma gradual consciencialização, ao longo dos últimos anos, para a necessidade de o salvaguardar, valorizar e recuperar (Sukhdev, 2008). Talvez tenhamos demorado 200 anos a compreender Adam Smith. Este filósofo e economista britânico defendia que a riqueza de uma nação era promovida pelo interesse próprio de cada indivíduo, que acabava por promover algo que não era do seu interesse: o bem-estar da sociedade. De facto, Adam Smith, pai da economia moderna, nunca se preocupou com o capital natural, uma vez que a natureza não fazia parte dos seus cálculos. No entanto, no tempo de Smith viviam menos de 700 milhões de pessoas no planeta, cerca de dez vezes menos pessoas do que atualmente. Assim, face à carga humana da época, os recursos naturais eram extremamente abundantes, o que não acontecia com o capital financeiro que era escasso. Por esse motivo, Adam Smith defendia que a riqueza de um país provinha do crescimento económico e do trabalho, ou seja, do crescimento do produto interno bruto (PIB). Este pensamento doutrinal, desligado da relação benefício/custo na utilização dos recursos naturais sem valor de uso imediato (ou seja, sem mercado associado), influenciou todo um conjunto de economistas que seguiram cegamente os princípios da economia de mercado até aos dias de hoje (Sukhdev, 2008).

Sabe-se atualmente que o PIB não reflete muitos dos aspetos centrais da riqueza e bem-estar de uma nação. De facto, a melhoria dos serviços de saúde, da qualidade e acessibilidade do sistema de educação ou da conservação da biodiversidade não são contemplados por esta medida (Sukhdev, 2008).

Muitos dos problemas que a nossa sociedade enfrenta atualmente, pela sua complexidade, não são eficazmente abordados por nenhuma disciplina científica específica. Assim, começam a surgir novas abordagens que procuram diluir os limites de cada disciplina e se centram na resolução multidisciplinar e holística dos problemas. É o caso da economia ecológica, uma nova área de estudo transdisciplinar que começou a tomar forma no início dos anos 90, e que pretende estabelecer uma relação entre os ecossistemas e o sistema económico (Costanza, 1991; Sukhdev, 2008). De acordo com este novo paradigma, os ecossistemas, antes desvalorizados pelo facto de oferecerem os seus serviços de forma eternamente gratuita, são agora percecionados como fundamentais para a nossa sobrevivência e qualidade de vida, para além de assegurarem também a continuidade das atividades económicas. O conceito de “serviços de ecossistema” (SE), definido como “caraterísticas, funções e processos ecológicos que beneficiam direta ou indiretamente os seres humanos” (Costanza et al., 2017; ver seção seguinte) surgiu no contexto desta nova visão para englobar a grande diversidade de bens e serviços que os ecossistemas nos oferecem, de que são exemplo a regulação da temperatura e da qualidade do ar (serviços de regulação e manutenção), a provisão de alimentos e água potável (serviços de aprovisionamento), a experiência estética e atividades recreativas (serviços culturais).

Neste contexto, no ano 2000 as Nações Unidas lançaram uma iniciativa global de avaliação do estado dos ecossistemas, o chamado *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA), focado na relação entre as alterações dos ecossistemas e o bem-estar humano, em especial no fornecimento de SE. O MEA pretendeu também estabelecer uma base científica de conhecimento para uma melhor conservação e utilização sustentável dos ecossistemas terrestres. Esta avaliação, realizada a uma escala sem precedentes, envolveu mais de 1300 cientistas provenientes de 95 países. Para além da avaliação a nível global desenvolvida entre 2001 e 2005, foram também desenvolvidas 18 Avaliações Sub-globais, em regiões e escalas muito diferentes como Estocolmo e Africa Austral. A Avaliação Sub-global para Portugal foi uma destas 18 avaliações. Também esta foi desenvolvida numa abordagem multiescala, e contou com uma equipa de cerca de 60 cientistas e técnicos de mais de dez instituições (MEA, 2005; Pereira et al., 2009)

O MEA alertou para o problema global da perda de capital natural que compromete as gerações vindouras, fazendo a ligação entre a degradação dos ecossistemas e o impacto negativo no bem-estar humano. Desta forma o problema da perda da biodiversidade e o conceito SE passaram a fazer parte da esfera política.

A degradação dos ecossistemas do planeta tem sido acentuada pela enorme expansão urbana no planeta, realizada à custa do consumo dos recursos naturais presentes em áreas fora do perímetro das cidades, e frequentemente localizadas a grandes distâncias. Por outro lado, o crescimento das áreas urbanizadas tem como consequência direta uma perda significativa de biodiversidade devido à fragmentação ou substituição dos habitats naturais por infraestruturas construídas (Sida, 2016).

Em 2018 cerca de 74% da população europeia vivia em cidades, número que se prevê que continue a aumentar até 2050 (UN, 2018a). Portugal também segue esta tendência, com uma população cada vez mais concentrada no litoral em cinco grandes cidades (Lisboa, Sintra, Vila Nova de Gaia, Porto e Cascais) e um interior despovoado (INE, 2018). Segundo dados do INE, em 2017 a população residente em áreas predominantemente urbanas era de cerca de 73% (INE, 2018).

Este problema não é apenas europeu, mas também mundial. A percentagem de pessoas no planeta que vive atualmente em zonas urbanizadas é de cerca de 55%, e espera-se que venha a aumentar para 68% em 2050. Ou seja, mais 2,5 mil milhões de pessoas irão passar a viver em meio urbano (UN, 2018b).

A solução para este desafio passa por políticas integradas para melhorar a qualidade de vida da população urbana e rural, para além de uma urbanização bem gerida com uma visão a longo prazo (UN, 2018c). Neste contexto, as áreas verdes urbanas com árvores assumem grande importância, permitindo, potencialmente, atenuar os impactos negativos do crescimento urbano, quer seja pela melhoria da qualidade do ar, pela redução do barulho ou pela redução de ilhas de calor e da energia necessária para aquecer ou arrefecer os edifícios entre outros (Carreiro et al., 2007).

Todavia, embora as árvores em espaços urbanos possam permitir a obtenção de muitos benefícios, o seu impacto final depende de decisões sistémicas ao nível do planeamento e práticas fitotécnicas utilizadas na sua manutenção, geralmente do âmbito da silvicultura urbana e horticultura ornamental. Contudo, o facto de ser desconhecido o seu valor monetário relativamente a outras utilizações do espaço urbano faz com que frequentemente as árvores sejam incluídas em espaços residuais da matriz construída, muitas vezes sem o adequado planeamento urbano para permitir o seu bom desenvolvimento (Carreiro et al., 2007).

A avaliação e valoração dos benefícios prestados pelas árvores em meio urbano são necessidades prementes para que se possam perceber os custos associados à sua perda, e de que forma se pode promover a sua valorização através de ações de gestão e planeamento. Esta consciencialização começa já a ser notória em vários municípios de Portugal, como é o caso da Câmara Municipal do Porto, que demonstrou interesse em aplicar os resultados deste tipo de estudos ao seu património arbóreo.

As árvores monumentais de interesse público (AMIP) geridas pela Câmara Municipal do Porto, de acordo com informações prestadas por técnicos da autarquia, apresentam menores custos de manutenção. Trata-se de árvores que já estão completamente formadas, localizadas em sítios onde não estão em conflito com outros usos ou infraestruturas, e por isso não apresentam necessidade de podas, fertilizantes ou mesmo substituições. Apesar das vantagens atrás referidas, subsistem muitas questões relacionadas com o valor das AMIP. Pode-se dizer que as AMIP apresentam de facto muitos benefícios comparativamente com outras árvores? Qual é a perceção das pessoas relativamente às AMIP? São de facto devidamente valorizadas? Que tipo de atuação se pode recomendar para promover uma maior valorização das AMIP e das árvores monumentais (AM) em geral, por parte dos cidadãos e das comunidades locais?

Este trabalho tem como objetivo quantificar e calcular o respetivo valor monetário de alguns SE prestados pelas AMIP, identificar potenciais tendências e definir orientações de valorização e gestão das AMIP (incluindo-se tanto as árvores já classificadas, como as que estão propostas para classificação na cidade do Porto). Esta classificação “de interesse público” é atribuída pelo Estado a árvores com grande interesse para a população em geral, devido à sua raridade, grande dimensão, longevidade, história, entre outros.

Apesar de existirem já alguns trabalhos sobre a valoração dos SE prestados por árvores em meio urbano, não existe ainda nenhum estudo a nível nacional especificamente sobre os SE prestados por AMIP. O estudo destas árvores é importante pois, embora não constituam um número muito expressivo nas cidades, contribuem potencialmente de forma mais significativa para os SE, devido à sua grande dimensão (que promove os serviços de regulação) e devido à forte conotação cultural.

Para compreender o contributo das AMIP para o bem-estar dos cidadãos, foi realizado um inquérito para avaliar a importância que as pessoas atribuem a estas árvores. Contudo, avaliar apenas as perceções das pessoas pode ser limitado e tendencioso, pois alguns SE importantes para as comunidades (serviços de regulação do microclima, regulação da qualidade do ar ou o sequestro de carbono) frequentemente

não são percebidos como tendo tal importância, sendo mais perceptíveis serviços culturais como o valor estético por exemplo. Assim, torna-se também necessário incluir outros métodos e ferramentas para avaliar os SE que não são devidamente apreendidos pela sociedade (Costanza et al., 2014). No presente estudo, a ferramenta utilizada para a quantificação e valoração desses SE foi o i-Tree Eco, um software de modelação desenvolvido pelo USDA *Forest Service* que permite calcular SE tais como: o armazenamento e sequestro de carbono, poluentes atmosféricos removidos e escoamento de águas pluviais evitado.

1. Serviços de ecossistema

1.1. Origem e consolidação do conceito

Apesar de a noção de SE não aparecer na literatura económica do século XIX, uma vez que o conceito de ecossistema não existia, alguns economistas clássicos reconheceram o contributo dos “agentes naturais” ou “forças naturais” no fornecimento de serviços importantes para o bem-estar humano. Contudo, apenas atribuíram valor de uso a estes serviços (relacionados com a produção de bens consumíveis, como alimentos e fibras), partindo do princípio de que são gratuitos e inesgotáveis, nunca algo que pode ser apropriado e suscetível de possuir um valor de troca (Gómez-Baggethun et al., 2010).

Só na segunda metade do século XX, à medida que a degradação dos ecossistemas começou a ser notória, é que se começaram a valorizar os serviços prestados por aqueles (Beddow et al., 2009). O conceito de SE começou assim a ser construído em publicações que destacam o valor das funções da natureza na sociedade humana: *Silent Spring* (Carson, 1962); *Population bomb* (Ehrlich, 1968); *The Limits to Growth* (Meadows et al., 1972). Simultaneamente, alguns economistas começaram a olhar também para os problemas ambientais. A subestimação dos contributos dos ecossistemas para o bem-estar humano e, por conseguinte, a sua reduzida importância política, é parcialmente explicada pelo facto de não serem integralmente percecionados e adequadamente quantificados, em comparação com os serviços económicos e o capital construído (Costanza et al., 1997).

O termo SE foi usado pela primeira vez por Ehrlich and Ehrlich (1981) como sinónimo de “serviços da natureza”, este último originalmente proposto no artigo *How Much Are Nature's Services Worth* publicado na revista *Science* de 1977 por Walter Westman (Westman, 1977).

Em 2001, com a já referida iniciativa global *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA) levada a cabo pelas Nações Unidas, surgiu a definição mais amplamente utilizada na atualidade. Segundo o MEA, os SE são definidos como os “benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas”, sendo um ecossistema um “complexo dinâmico de comunidades de plantas, animais e microrganismos, e o ambiente abiótico interagindo como uma unidade funcional” (MEA, 2005). Recentemente, e face à

proliferação de novos conceitos de SE que surgiram nas últimas duas décadas, Costanza et al. (2017), redefiniu o conceito de SE como sendo as “caraterísticas, funções e processos ecológicos que beneficiam direta ou indiretamente os seres humanos”.

O MEA propôs uma categorização para os diferentes tipos de serviços, dividindo-os em quatro grupos: os serviços relacionados com o aprovisionamento, os serviços que regulam o meio ambiente, os serviços relacionados com as necessidades espirituais e culturais, e por último os serviços que permitem suportar todos os outros, como exemplificado na Figura 1. Tal como a ilustração sugere, os serviços de suporte não beneficiam diretamente o bem-estar humano, mas fazem parte dos processos que contribuem para o mesmo.

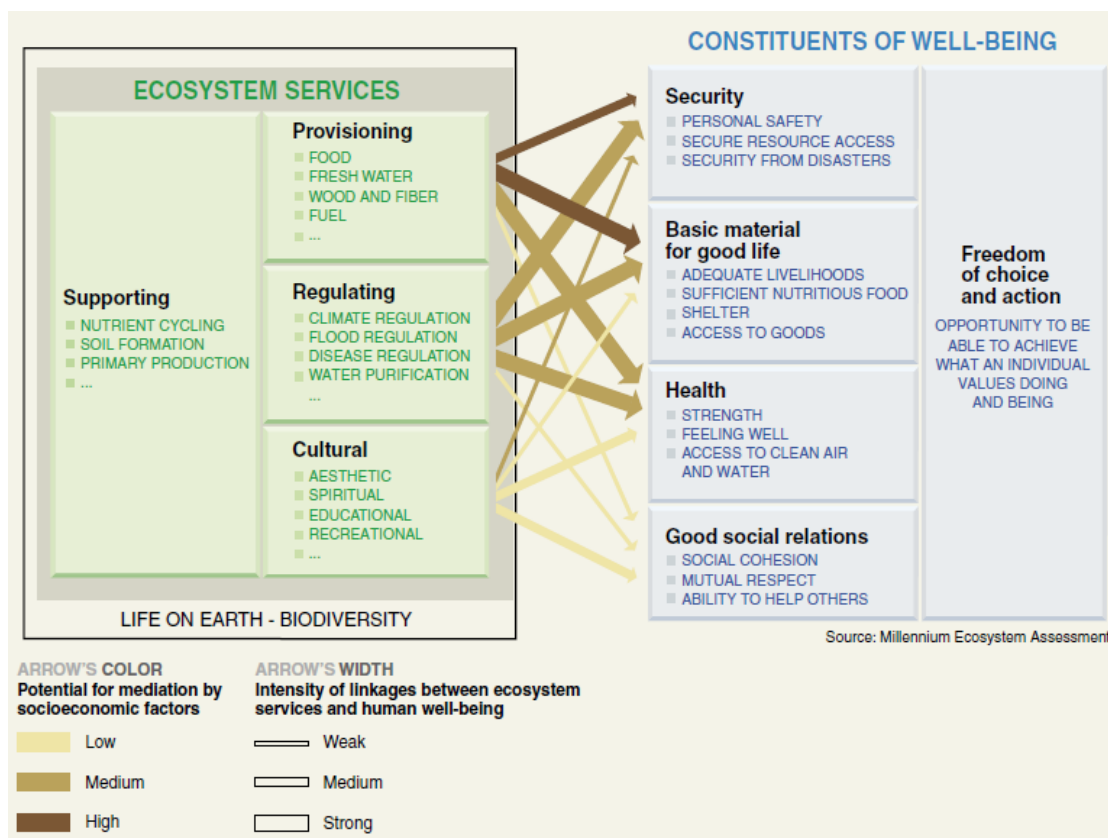


Figura 1 - Ilustração da ligação entre os serviços de ecossistema e o bem-estar humano. Reprodução autorizada por Millenium Ecosystem Assessment.

Haines-Young and Potschin (2010) consideram que esta tipologia confunde fins com meios, como sugere Wallace (2007) e, por isso, propuseram um modelo em

cascata que tem por objetivo distinguir processos, serviços e benefícios através de um diagrama sequencial que elucida as relações que se desenvolvem entre as diversas partes do modelo, desde os processos ou estruturas ecológicas, até à génese de benefícios e valores essenciais para o bem-estar das pessoas (Figura 2). Esta abordagem foi adotada pela *Common International Classification of Ecosystem Services* em 2013 (CICES, 2019b). A CICES, desenvolvida a partir dos trabalhos de contabilidade ambiental da Agência Europeia do Ambiente (AEA), teve como finalidade a criação de um sistema de classificação padronizado para facilitar comparações entre contextos distintos (espaciais, temporais, ...).

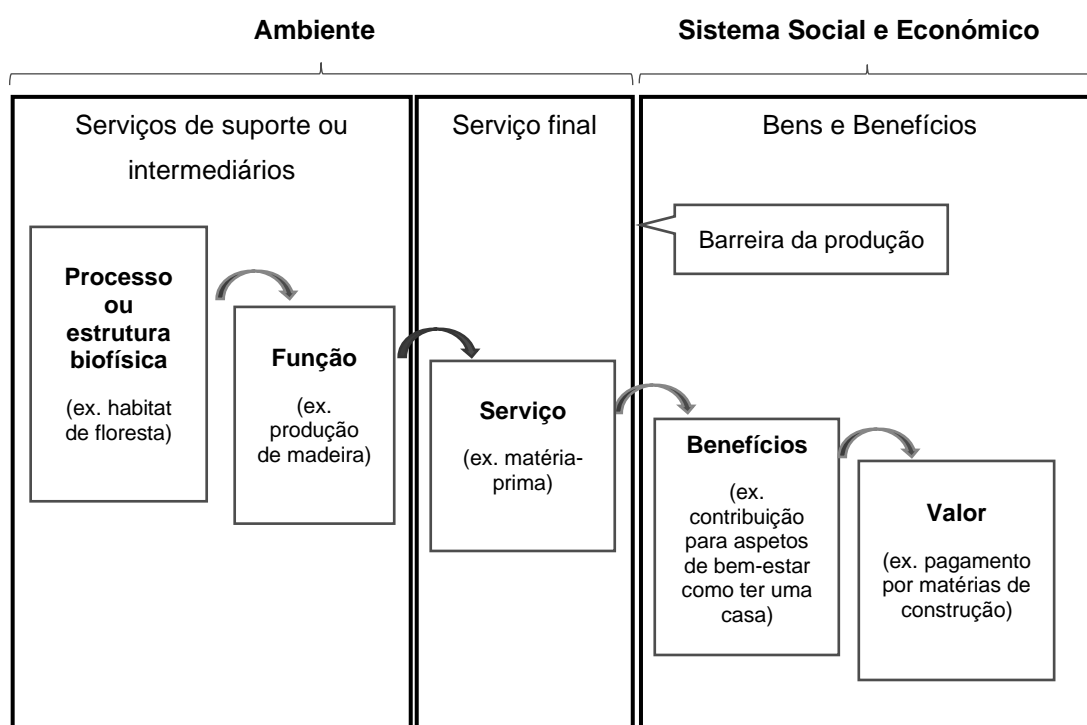


Figura 2 - Diagrama ilustrando a evolução do processo ao valor gerado pelos ecossistemas, adotado pela Common International Classification of Ecosystem Services (CICES). Adaptado de Potschin and Haines-Young (2017).

Contudo, esta abordagem não parece fazer sentido para Constanza et al. (2017), que discordam com a separação de funções, serviços e benefícios. Estes autores consideram que a mesma é uma simplificação excessiva de relações mais complexas, e que desta simplificação advêm dificuldades de análise. Para além disso, Constanza et al. (2017) consideram que este modelo acaba por ter uma visão economicista ao atribuir valor apenas ao que as pessoas percecionam como tendo um benefício direto, o que contradiz a própria definição de SE.

Para Constanza et al. (2017) os processos e funções do ecossistema estão relacionados com as propriedades biofísicas do sistema que existem independentemente de qualquer benefício para o ser humano. Os SE, pelo contrário têm obrigatoriamente de contribuir para o bem-estar do ser humano quer seja de forma direta ou indireta, consciente ou inconsciente (Costanza et al., 2017). Por isso, os SE não têm o mesmo significado que processos e funções do ecossistema, mas dependem destes de acordo com um sistema dinâmico apresentado na Figura 3. Por exemplo, SE relacionados com a regulação da proporção de CO₂/O₂ dependem da regulação da composição química atmosférica, que é uma função de ecossistema (Costanza et al., 1997).

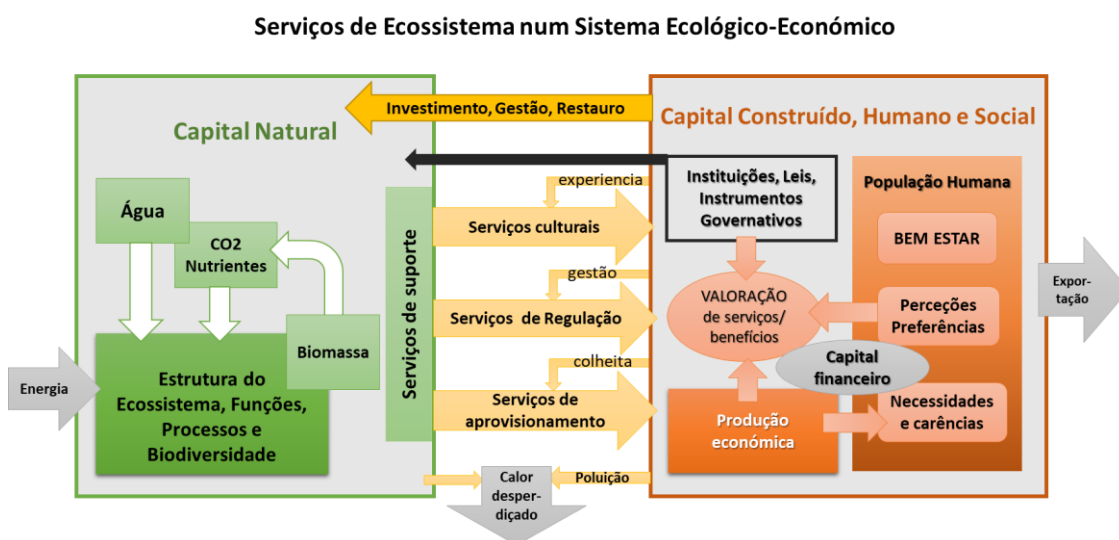


Figura 3 - Sistema dinâmico que representa as complexas interações necessárias para produzir serviços de ecossistema na escala regional, impulsionados pelos fluxos de energia, matéria e informação através do sistema. Adaptado de Costanza et al. (2017)

No entanto, apesar de Constanza et al. (2017) refutarem o modelo em cascata por alegadamente simplificar excessivamente as relações entre os ecossistemas e o bem-estar humano, o modelo proposto por estes autores também não ajuda a clarificar estas relações. Pelo contrário, esta abordagem parece dificultar a compreensão da própria definição que propõe.

Por fim, a reflexão em torno dos SE tem sublinhado a importância de considerar também os contributos indesejáveis dos ecossistemas, designados de “desserviços”, que correspondem a processos ou funções dos ecossistemas com um impacto negativo

no bem-estar humano, causando algum tipo de custo ou estrago (Sandbrook and Burgess, 2015; Shapiro and Báldi, 2014).

1.1.1. Iniciativas para além do MEA

Uma outra iniciativa global também de grande relevância foi a *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* (TEEB), que teve início em março de 2007 quando os ministros do meio ambiente do G8+5 solicitaram um estudo global sobre os benefícios económicos da biodiversidade e os custos da sua perda. O seu principal objetivo consistiu em, seguindo uma abordagem estruturada, reconhecer o valor dos ecossistemas e da biodiversidade, demonstrar esse valor em termos económicos e assim ajudar a capturar esse valor nos processos de tomada de decisão (TEEB, 2018).

Em 2006 a União Europeia (UE) lançou o Plano de Ação para a Biodiversidade (*EU Biodiversity Action Plan: 2010 Assessment*) com o principal objetivo de travar a perda de biodiversidade até 2010 através de um vasto programa de ações e metas. A avaliação de 2010 permite concluir que apesar de a Rede Natura 2000 (rede de áreas de interesse ecológico ameaçadas ou vulneráveis que passaram a ser protegidas, estabelecida em 1992) e a redução da poluição de massas de água doce se terem concretizado, o objetivo global de perda da biodiversidade não foi cumprido (EU, 2010).

Mais tarde, em 2011, a UE lançou a Estratégia de Biodiversidade para 2020 com o objetivo de continuar a impedir a perda de biodiversidade e de SE e se possível contribuir para a sua recuperação (EU, 2018). Apesar dos esforços, segundo a revisão intercalar da UE lançada em 2015, não se verificaram grandes melhorias relativamente à perda de diversidade e degradação dos SE. Este relatório aponta, entre outros aspetos, as alterações climáticas, a intensificação da agricultura, a poluição e a expansão urbana como principais responsáveis pela perda de espécies e habitats (UE, 2015).

1.2. Classificação de serviços de ecossistema

Assim como qualquer tentativa de definição, também a classificação dos SE constitui um grande desafio devido à sua elevada complexidade (Haines-Young and Potschin, 2014). Adicionalmente, devido à recente emergência desta temática de

investigação, coexistem atualmente várias propostas de classificação, que são adotadas por diferentes entidades internacionais e autores. Apresentam-se abaixo as características e diferenças dos principais sistemas de classificação adotados internacionalmente, designadamente o MEA, TEEB e CICES.

O MEA adotou um sistema de classificação assente em quatro grupos: serviços de aprovisionamento, regulação, culturais e de suporte, conforme já se referiu anteriormente. Contudo, quando o enquadramento concetual dos SE começou a ser utilizado no contexto da tomada de decisão, a classificação proposta pelo MEA foi revelando algumas fragilidades no que toca à definição das categorias e dos próprios tipos de SE, o que levou ao surgimento de novas classificações como a proposta pelo *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* (TEEB) ou *UK National Ecosystem Assessment* (UK NEA) (TEEB, 2018; Haines-Young et al., 2012).

Embora tanto o MEA como o TEEB tenham como premissa principal o reconhecimento da importância dos SE, o TEEB propõe assumidamente um grande enfoque na valoração monetária destes serviços, ao contrário do MEA. O grande objetivo desta nova iniciativa consistiu em, através da valoração económica, contribuir para que nos processos de tomada de decisão sejam devidamente considerados os custos e benefícios totais de um ecossistema, quer estes possuam ou não valor de mercado (TEEB, 2018).

Para além disso, o TEEB criou a designação de “serviços de habitat” que não está incluída em nenhuma das categorias originais de SE propostas pelo MEA, e eliminou os serviços de suporte (considerados serviços intermédios), uma vez que se foca nos serviços que têm valor económico, ou seja nos serviços finais (Tabela 1; (Haines-Young et al., 2012).

Tabela 1 - Comparação do sistema de classificação proposto pelo *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA) com o do *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* (TEEB). Adaptado de MA (2005) e Lead et al. (2010).

MEA	TEEB
Serviços de aprovisionamento	
Alimento	Alimento
Água potável	Água
Recursos genéticos	Recursos genéticos
Bioquímicos, medic. naturais e prod. farmacêuticos	Recursos medicinais
Recursos ornamentais	Recursos ornamentais
Fibra	
Combustível	Matérias-primas
Serviços de regulação	
Regulação da qualidade do ar	Regulação e qualidade do ar
Regulação climática	Regulação climática
Proteção de tempestades	Moderação de eventos extremos
Regulação da água	Regulação de fluxos de água
Purificação da água e tratamento de resíduos	Tratamento de resíduos
Prevenção da erosão	Prevenção da erosão
	Manutenção da fertilidade do solo
Regulação de doenças humanas	
Regulação de pragas e doenças	Controlo biológico
Polinização	Polinização
Serviços culturais	
Valores estéticos	Informação estética
Recreação e ecoturismo	Oportunidades de recreio e turismo
Inspiração	Inspiração para a cultura, arte e <i>design</i>
Valores Religiosos e espirituais	Experiências espirituais
Sistemas de conhecimento	Informação para desenvolvimento cognitivo
Valores de património cultural	
Diversidade cultural	
Sensação de lugar	
Relações sociais	
Serviços de Suporte	Serviços de Habitat
Serviços necessários para a produção de outros bens e serviços (formação de solo, fotossíntese, produção primária, ciclo dos nutrientes e ciclo da água)	Manutenção dos ciclos de vida de espécies migratórias
	Manutenção da diversidade genética

Numa ótica de facilitar a comparação de avaliações com diferentes sistemas, de contribuir para a padronização da classificação e tornar mais clara a contabilização de SE, surgiu a CICES (Haines-Young and Potschin, 2014), que em 2013 lançou a primeira versão operacional completa. Entretanto esta versão foi revista com base na experiência dos utilizadores, e já existe uma nova versão (V5.1) que foi disponibilizada em 2018 (Haines-Young and Potschin, 2018).

A classificação CICES reconhece três grandes secções para organizar os diferentes tipos de SE em serviços de aprovisionamento, regulação e culturais (Haines-Young and Potschin, 2018), as quais se encontram descritas na Tabela 2. Contudo, nesta classificação não constam os serviços de suporte, presentes no MEA. A CICES considera que estes já fazem parte de tudo o que é subjacente aos ecossistemas

(estruturas, processos e funções), sendo por isso indiretamente consumidos ou usados, para além de contribuírem em simultâneo para muitos bens e benefícios finais (CICES, 2019a).

Tabela 2 - Definição das três grandes secções dos serviços de ecossistema (SE) na versão revista (V5.1) da *Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES). Adaptado de Haines-Young and Potschin (2018).

Secções dos SE	Definição
Aprovisionamento	Abrange todos os produtos nutricionais, não nutricionais e energéticos de sistemas vivos, bem como produtos abióticos (incluindo a água).
Regulação e manutenção	Inclui todas as formas através das quais os organismos vivos podem mediar ou moderar o ambiente que afeta a saúde humana, a segurança ou o conforto, juntamente com os equivalentes abióticos.
Cultural	Engloba todos os outputs não-materiais, e normalmente não consumíveis dos ecossistemas (bióticos e abióticos) que afetam os estados físicos e mentais das pessoas

A principal particularidade deste sistema de classificação é a proposta de uma estrutura hierárquica de cinco níveis, associada ao modelo em cascata, como esquematizado na Figura 4. Assim, cada nível é progressivamente mais detalhado e específico, fornecendo maior grau de definição do SE considerado (Haines-Young and Potschin, 2018). Esta hierarquia permite que os utilizadores possam escolher a categoria mais adequada ao grau de detalhe necessário para os seus estudos. Para além disso, a própria forma como é feita a classificação tem também a vantagem de facilitar a identificação de indicadores adequados à medição de SE (em níveis mais detalhados; CICES, 2019).

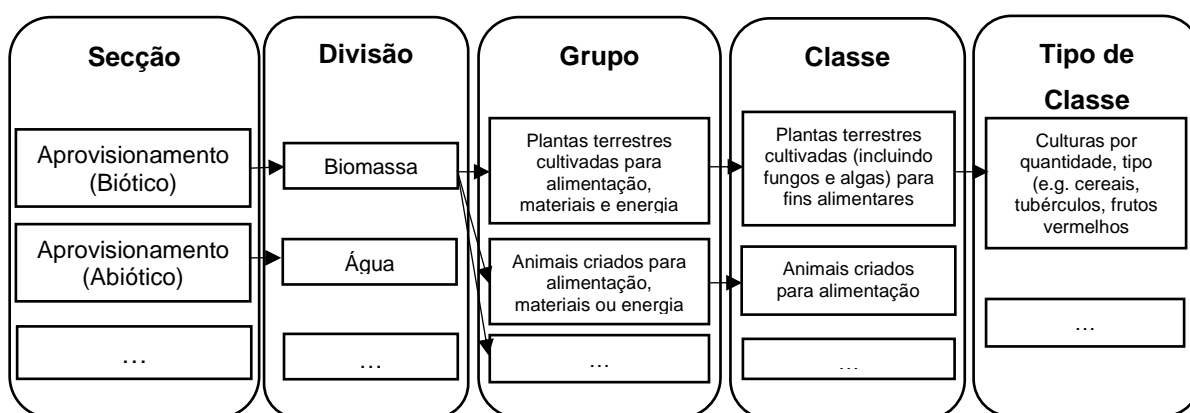


Figura 4 - Classificação hierárquica dos serviços de ecossistema proposta pelo CICES, adaptado de Haines-Young and Potschin (2018).

Com base na revisão efetuada, será utilizada no âmbito desta tese a classificação CICES por ser a mais orientada para a operacionalização, e por possibilitar um elevado nível de detalhe.

1.3. Serviços de ecossistema em meio urbano

Os SE urbanos podem ser definidos como aqueles que são produzidos diretamente por estruturas ecológicas em áreas urbanas ou regiões periurbanas (Jansson, 2013).

O ecossistema urbano é um complexo sistema socioeconómico ecológico (Ma and Wang, 1984), que analogamente a outros sistemas naturais envolve diversos processos (e.g. comunicação entre instituições sociais, atividades políticas e culturais; ciclos biogeoquímicos, e processos ecológicos e económicos ocorridos no ambiente construído) (Grimm et al., 2008; Groffman et al., 2002) e funções (e.g. produção primária, transformação de nutrientes, transferência de informações, consumo de recursos de diferentes componentes ecológicos e SE) (Machlis et al., 1997; Pickett et al., 1997; Pickett and Grove, 2009).

Os ecossistemas urbanos, altamente modificados e fragmentados, incluem componentes específicos tais como árvores individuais, superfícies de água e de solo, que fornecem igualmente importantes serviços. Por esta razão, as análises de provisão de SE podem incidir tanto sobre os ecossistemas urbanos enquanto tal, ou sobre os componentes que os compõem (Gómez-Baggethun and Barton, 2013).

Tal como os agroecossistemas são particularmente importantes para a produção de alimentos e as florestas para o sequestro de carbono, os ecossistemas urbanos destacam-se pela sua importância para a produção de serviços diretamente relacionados com a saúde e segurança dos cidadãos, como a remoção de poluentes, redução de ruído, regulação da temperatura e escoamento de águas pluviais (Gómez-Baggethun and Barton, 2013). Segundo o artigo seminal de Bolund and Hunhammar (1999), existem sete tipos de SE que têm uma grande importância no contexto urbano: purificação do ar, regulação microclimática, redução do barulho, drenagem de águas pluviais, tratamento de águas residuais e valores recreativos/culturais. A importância destes serviços varia consoante o contexto geográfico, ecológico, socioeconómico e cultural de cada espaço urbano. Por exemplo, cidades onde a topografia promove a poluição (através do fenómeno de inversão de calor), estão muito mais dependentes de

serviços de regulação da qualidade do ar do que cidades onde esse fenómeno não se verifica (Gómez-Baggethun and Barton, 2013).

Estes serviços gerados em meio urbano são produzidos por um variadíssimo conjunto de componentes dos ecossistemas urbanos como parques, jardins, quintas, hortas, cemitérios, avenidas, cursos de água, campos desportivos, fachadas e coberturas verdes, terrenos baldios, aterros sanitários, etc. (Gómez-Baggethun and Barton, 2013).

De uma forma sistematizada, os SE em meio urbano podem ser quantificados de acordo com um conjunto de indicadores elencados na Tabela 3.

Tabela 3 - Classificação de serviços de ecossistema em meio urbano e seus indicadores. Adaptado de Gómez-Baggethun and Barton (2013).

Serviço de ecossistema	Exemplo de indicador/passos intermédios	Referências
Fornecimento de alimento	Produção de alimento (t/ano)	Altieri et al. (1999)
Escoamento de águas pluviais	Capacidade de infiltração de água no solo; % área impermeável relativamente a área permeável (ha)	Villarreal and Bengtsson (2005)
Regulação da temperatura em meio urbano	Índice de área foliar; Diminuição de temperatura por área de cobertura de árvore \times m ² de parcela coberta de árvores (°C)	Bolund and Hunhammar (1999)
Redução de ruído	Área foliar (m ²) e distância a ruas (m); redução do ruído dB(A)/unidade de vegetação (m)	Aylor (1972); Ishii, 1994; Kragh (1981)
Remoção de poluentes	Remoção de O ₃ , SO ₂ , NO ₂ , CO, e PM ₁₀ μ m (tons/ano) \times área de cobertura de árvore (m ²)	Chaparro and Terradas (2009)
Proteção de eventos extremos	Densidade de cobertura de barreira vegetal separando áreas com construções de mar	Danielsen et al. (2005) Costanza et al. (2006)
Tratamento de resíduos	P, K, Mg e Ca em mgkg ⁻¹ comparativamente a determinado solo/água com uma qualidade de referência.	Vauramo and Setälä (2011)
Regulação climática	Sequestro de carbono por árvores (carbono multiplicado por 3.67 para converter em CO ₂)	Nowak (1994) McPherson (1998)
Polinização e dispersão de sementes	Diversidade de espécies e abundância de pássaros e abelhas do género <i>Bombus</i> spp.	Andersson et al. (2007)
Valores recreativos/culturais	Superfície de espaços verdes públicos (ha/habitante, ou por 1000 habitantes)	Chiesura (2004)
Observação de animais	Abundância de pássaros, borboletas, e outros animais valorizados pelos seus atributos estéticos	Blair (1996) Blair and Launer (1997)

As árvores urbanas contribuem para muitos dos SE urbanos apresentados na Tabela 3, podendo o seu contributo específico ser quantificado através dos indicadores indicados. As árvores urbanas podem ajudar a melhorar a qualidade do ar, reduzindo a temperatura do ar, removendo diretamente poluentes atmosféricos ou mesmo reduzindo

o consumo de energia nos edifícios (o que reduz as emissões pelas centrais elétricas). A poluição do ar nas áreas urbanas pode levar à degradação da saúde humana, danificar estruturas materiais, causar danos nos processos do ecossistema e reduzir a visibilidade, pelo que o contributo das árvores pode ajudar a mitigar esses efeitos indesejáveis.

O aumento da concentração de dióxido de carbono atmosférico CO_2 e outros gases com efeito de estufa [metano (CH_4), clorofluorcarbonetos, óxido de azoto (N_2O) e ozono troposférico (O_3)], tem sido apontado como o responsável pelo aumento das temperaturas atmosféricas, devido ao aprisionamento de certos comprimentos de onda da radiação na atmosfera (Nowak and Crane, 2002). O dióxido de carbono (gás de efeito de estufa mais abundante) é fixado pelas árvores durante a fotossíntese (carbono sequestrado) e armazenando como biomassa (carbono armazenado). As florestas urbanas podem desempenhar um papel significativo na regulação do clima, ajudando a reduzir os níveis atmosféricos de dióxido de carbono (Nowak and Crane, 2002).

Em muitas áreas urbanas o escoamento de águas pluviais pode ser motivo de preocupação pelo contributo para a poluição de rios, lagos e oceanos, bem como pelo aumento da probabilidade de cheias. Durante os eventos de precipitação, uma parte da chuva é intercetada pela vegetação enquanto outra atinge o solo. Esta parte que atinge o solo e não se infiltra forma o escoamento superficial. As árvores e arbustos são, no entanto, benéficas para a redução deste escoamento, devido à interceção da precipitação pela sua copa e sistemas radiculares que promovem a infiltração e o armazenamento no solo.

Apesar das árvores melhorarem a qualidade do ar devido à remoção de poluentes atmosféricos, estas também podem ter um impacto negativo na saúde humana (gerando, por exemplo, problemas respiratórios) devido à formação de ozono (O_3), resultante da emissão de compostos orgânicos voláteis (COV) pelas árvores (Eisenman et al., 2019). Este ozono de elevado poder reativo presente na troposfera pode ser formado por reações fotoquímicas devido a interações entre compostos orgânicos voláteis antropogénicos e biogénicos, e óxidos de azoto (NO_x) (Calfapietra et al., 2013).

1.4. Avaliação dos serviços de ecossistema

Existe uma grande variedade de métodos para avaliação de SE, que se podem agrupar em três grandes categorias: métodos biofísicos, métodos socioculturais, e métodos monetários (Tabela 4; Harrison et al., 2018).

Tabela 4 - Tabela comparativa dos vários métodos de avaliação dos SE. Adaptado de ¹ Harrison et al. (2018), ² Pascual et al. (2010) e ³ Haase et al. (2014).

Categoria	Objetivo	Descrição			
Métodos biofísicos	Mapear SE	Mapeamento simples com softwares GIS (e.g. produção de alimento) ou com matrizes (e.g. oferta menos a procura) ¹			
	Modelar SE	Modelos biofísicos avaliam os fatores biofísicos (processos e funções) que controlam o fornecimento de SE (e.g. modelos de distribuição de espécies, de erosão do solo, etc.) ¹			
		Modelos de SE avaliam o fornecimento (e às vezes a procura) de vários SE, geralmente através de um software especializado como o i-Tree ¹			
Métodos socioculturais	Perceber preferências ou valores sociais para SE	Métodos de avaliação de preferências	Método consultivo direto e quantitativo para analisar percepções, conhecimentos e valores associados à procura ou uso de SE (ou mesmo motivações sociais para a manutenção do serviço) sem métricas económicas ¹		
		Métodos de análise de múltiplos critérios	Métodos narrativos: tentam capturar a importância dos SE através das suas histórias e ações diretas; Análise de séries de fotos: sites de partilha de fotos como Flickr e Instagram são utilizados para fornecer preferências reveladas por SE ¹		
Métodos monetários	Estimar valores económicos para SE	Métodos de preferência declarada	Valoração Contingente	Através de questionários em que se pede às pessoas para expressarem o quanto estão disponíveis a pagar para aumentar por exemplo a qualidade da água de um riacho, lago ou rio, para que possam desfrutar de atividades como nadar, andar de barco ou pescar (<i>willingness to pay</i>); permite contabilização de vários SE ao mesmo tempo ^{2,3}	
			Experiências de escolha	Aplicado através de: ensaios de escolha, ranking contingente, classificação contingente e comparação de pares ²	
		Métodos de preferência revelada	Método do custo de viagem	O valor recreativo de um determinado lugar reflete-se na quantidade de dinheiro que as pessoas gastam na viagem para usufruir deste ²	
			Método hedónico	Ar puro, presença de água e uma bela paisagem aumentam o preço dos imóveis circundantes ²	
		Métodos de valoração com base no mercado	Baseada no preço	Preço de mercado	Principalmente aplicado aos bens, mas também a serviços de regulação e culturais ²
			Baseada no custo	Custo evitado	O valor do serviço de controlo de inundação pode ser inferido com base no dano estimado provocado pela ocorrência de inundação ²
				Custo de substituição	O valor de reservas subterrâneas de água pode ser estimado pelo custo de obter água proveniente de outra fonte ²
				Custo de mitigação/restauração	Custo de ações preventivas na ausência de zonas húmidas ou realocação ²
			Baseada na produção	Função de produção/Rendimento do elemento	A fertilidade do solo melhora o rendimento e por isso o lucro dos agricultores; a melhoria da qualidade da água aumenta a pesca comercial e por isso o lucro dos pescadores ²

A classificação de alguns métodos específicos num destes grupos amplos pode ser difícil devido à sua grande abrangência (permitem avaliar diferentes tipos de valor de SE, ou permitem uma classificação diferente dependendo do objetivo da avaliação (Harrison et al., 2018).

A escolha dos métodos de avaliação dos SE depende de muitos fatores como o contexto e os objetivos do estudo, os SE avaliados, os pontos fortes/limitações dos diferentes métodos, e razões de âmbito prático, como dados, recursos e conhecimentos disponíveis (Harrison et al., 2018).

Os métodos biofísicos estão normalmente associados a avaliações espacialmente explícitas de fornecimento e/ou procura de SE. Os métodos socioculturais geralmente são selecionados com o objetivo de produzir resultados não monetários para vários serviços do ecossistema, para promover a sensibilização ambiental, avaliar *trade-offs* e resolver conflitos. Os métodos monetários são muito utilizados porque facilitam análises custo-benefício nos processos de tomada de decisão (Harrison et al., 2018).

A valoração dos SE é essencial, uma vez que muitos deles estão fora do atual sistema de mercado, pelo que não são devidamente valorizados ou por vezes são mesmo ignorados. Consequentemente, é frequente a aprovação de projetos que geram aparentes mais valias para a sociedade, mas ignorando o respetivo impacto no capital natural, e sem haver uma confirmação prévia de que o benefício é efetivamente superior ao custo. Assume extrema importância a utilização de estimativas de SE nos processos de tomada de decisão, para que seja possível quantificar de forma objetiva os efeitos positivos e negativos de um determinado projeto no bem-estar comum, tanto a curto como a médio e longo prazo (Costanza et al., 2017).

2. Árvores monumentais classificadas de “interesse público”

As árvores monumentais (AM), são árvores que devido à sua raridade, grande dimensão, longevidade, história, entre outros, se distinguem de outros espécimes da mesma espécie, podendo obter a classificação de “interesse público”. Estes

exemplares, muitas vezes localizados em jardins públicos, no meio urbano, e em diversos locais emblemáticos (igrejas, ermidas, fontes, etc.), estão ligados à história e cultura do nosso país de forma mais ou menos direta, tendo um elevado valor patrimonial (ICNF, 2019).

2.1. Importância das árvores monumentais em meio urbano

A característica mais visível dos ecossistemas urbanos (que constituem a infraestrutura verde urbana), é o subsistema vegetal dominado pelas árvores. A vegetação arbórea imprime personalidade e caráter à paisagem urbana, surgindo em espécimes isolados e em maciços, em espaços mais ou menos formais, públicos ou privados. As AM assumem, pela sua dimensão excecional, idade e até raridade, maior protagonismo no contexto do arvoredo urbano.

As AM podem constituir uma importante fonte de diversidade genética nas paisagens urbanas (Abendroth et al., 2012; Green, 2002) ou ainda servir de abrigo a um conjunto de espécies endémicas, raras e ameaçadas como aves e outros organismos (Jim and Zhang, 2013; Sander et al., 2003). Estas particularidades, apesar de não serem exclusivas das AM, são favorecidas pela sua grande dimensão e idade avançada, aumentando o seu valor biológico. Esta não é a única grande singularidade destas árvores. A par do elevado valor biológico, existe também uma forte conotação cultural associada a estas árvores, sendo estes os dois principais tipos de valor que as distinguem do restante arvoredo urbano (Abendroth et al., 2012; Green, 2002). Saliente-se que em algumas culturas (cultura Naxi por exemplo), as AM podem ser consideradas sagradas, tendo um grande valor religioso e espiritual (Chen, 2015).

Para além disso, pela sua dimensão excecional as AM têm um grande contributo para a remoção de poluentes, regulação da temperatura, escoamento de águas pluviais, redução do ruído, sequestro de carbono, etc. (ver secção 1.3).

A grande importância deste tipo de árvores para a sociedade traduz-se na existência de legislação específica para a sua proteção, em diversos países um pouco por todo o mundo (Center for Heritage & Society, 2017).

2.2. Perspetiva europeia e mundial sobre classificação de árvores

Na Europa, embora existam países como a França e Reino Unido que não possuem legislação para classificar AM, no caso da França existe até uma denominação específica para a sua designação. Essa denominação, "*Arbres remarquables de France*", é concedida por uma associação que trabalha em conjunto com a entidade estatal responsável pela gestão da floresta. A classificação teve início no ano 2000, fazendo parte da iniciativa "*200 arbres pour retrouver nos racines*" (200 árvores para encontrar as nossas raízes; Arbres Remarquables, 2019).

No caso do Reino Unido, apesar de não existirem leis nacionais específicas para classificar AM, existem diplomas legais mais abrangentes que as enquadram, permitindo às autoridades locais proceder a uma ordem de preservação de árvores. Esta ordem escrita impede que ações de corte, cobertura, arranque, danificação ou destruição, entre outras, sejam executadas sem permissão daquelas autoridades (UK Government Department for Communities and Local Government, 2012). Esta situação é um pouco semelhante à que acontece na Alemanha, em que são os próprios municípios que decidem se existe uma portaria para a proteção de árvores (Kaub, 2000).

Países como Espanha e Itália possuem legislação específica. Contudo, em Espanha o enquadramento legal é complexo e heterogéneo, uma vez que existem regulamentações referentes a AM, mas são muito variáveis dependendo da região. Isto sucede porque o termo utilizado para designar AM é variável, a própria definição difere dentro de cada região, e não existe legislação aplicável a este tipo de património arbóreo em todas as regiões (Gálvez, 2018). Em Itália, desde 2008 existe legislação nacional para proteção oficial de árvores, que podem integrar o património cultural nacional protegido, como castelos e centros históricos. Em 2013 foi também criada uma lei para a uniformização da identificação e catalogação destas árvores (Farina and Canini, 2017).

No contexto mundial, especificamente na Austrália, existem leis de proteção da herança cultural aborígene, que inclui árvores com um interesse cultural significativo (National Trusts, 2015).

No caso dos Estados Unidos, a legislação é desenvolvida e aplicada de forma distinta em estados e municípios, sendo consequentemente muito variável entre eles.

Esta situação é semelhante ao Canadá que possui legislação ao nível das suas províncias (Center for Heritage & Society, 2017).

A China possui desde 1986 proteção legal aplicável aos centros históricos urbanos, focada na preservação de elementos que conferem à paisagem histórica o seu estilo original (Wang, 2012). Esta legislação protege, para além de edifícios, estradas e muros, árvores. Além disso, em cidades como Cantão (ou Guangzhou), desde 1985 existe proteção municipal aplicável a árvores com mais de 100 anos, pertencentes a espécies raras, ou com especial significado histórico e comemorativo (Jim and Liu, 2000).

No Japão existe desde 1975 proteção legal do património cultural, o que impede o corte de árvores sem autorização prévia nestas zonas protegidas (Wang, 2012).

Em síntese, a legislação de proteção das AM é muito heterogénea quando se comparam países diferentes, e mesmo dentro do mesmo país podem ocorrer diversos tipos de enquadramento legal. Pode dizer-se que, apesar das diversas iniciativas de proteção das AM um pouco por todo o mundo, é necessária uma maior consciencialização e uniformização de medidas legais de proteção para fazer justiça ao valor destas árvores.

2.3. Enquadramento legal e processo de classificação em Portugal

A classificação das árvores de interesse público em Portugal tem enquadramento legislativo desde 1939, vigorando atualmente o Dec. Lei n.º 53/2012 de 5 de setembro, que estabelece que a classificação de árvores de interesse público se aplica a *“povoamentos florestais, bosques ou bosquetes, arboretos, alamedas e jardins de interesse botânico, histórico, paisagístico ou artístico, bem como aos exemplares isolados de espécies vegetais que, pela sua representatividade, raridade, porte, idade, historial, significado cultural ou enquadramento paisagístico, possam ser considerados de relevante interesse público e se recomende a sua cuidadosa conservação”*.

Segundo este Decreto-Lei, a classificação pode ser proposta pelos proprietários das árvores, pelas autarquias locais, organizações de produtores florestais, organizações não-governamentais de ambiente e por cidadãos ou movimentos de cidadãos, competindo ao Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) a sua inventariação e classificação. A proposta de classificação destas árvores é

realizada através do preenchimento de um formulário disponibilizado pelo ICNF, onde deverá ser apresentada a descrição da árvore, dados dendrométricos e os fundamentos de classificação. Quando a classificação é aprovada pela entidade competente, as árvores com este estatuto ficam protegidas legalmente de qualquer intervenção que as possa destruir ou danificar, e apenas o ICNF pode autorizar operações de manutenção tais como podas e desramas.

3. Material e Métodos

Neste trabalho a quantificação dos SE de regulação foi complementada com um inquérito para avaliar a perceção das pessoas relativamente aos benefícios prestados por estas árvores (nomeadamente em função de fatores socioeconómicos).

O trabalho prático desta dissertação foi dividido em quatro fases distintas. Na primeira fase, efetuou-se o levantamento das árvores classificadas atualmente existentes na área de estudo, bem como das que já foram propostas para classificação pela Câmara Municipal do Porto. Na segunda fase, desenvolveu-se e aplicou-se no Porto um inquérito para análise das AMIP com base nas perceções dos cidadãos associadas ao fornecimento de SE culturais e de regulação gerados por estas árvores, em que foram também recolhidos dados para a valoração monetária destas, e informação socioeconómica. A terceira fase consistiu na recolha de dados em todas as AMIP previamente identificadas, para cálculo de alguns serviços de regulação com recurso ao software i-Tree Eco, desenvolvido pelo USDA *Forest Service* (ver secção 4.6). Por último, interpretaram-se e compararam-se os resultados, de forma a identificar padrões ou tendências relevantes para a definição de orientações de gestão/valorização das AMIP existentes na cidade do Porto.

A presente secção encontra-se subdividida em 5 subsecções que procuram refletir a organização das fases atrás referidas. Assim, a primeira subsecção apresenta a caracterização da cidade do Porto a nível climático e social; a segunda subsecção caracteriza as AMIP, a nível de quantidade, distribuição e origem das espécies; a terceira subsecção serve de suporte à quarta secção que se foca no desenvolvimento e análise do inquérito; por último a quinta secção apresenta o desenvolvimento e implementação do projeto i-Tree eco.

3.1. Caracterização da cidade do Porto

Situada no norte de Portugal, com 41 Km² de área (PORDATA, 2018b) e 214.936 habitantes (PORDATA, 2018a), a cidade do Porto é o quarto município mais populoso de Portugal, encontrando-se dividido em 7 freguesias (Figura 5).

A cidade beneficia de um clima do tipo mediterrânico, com temperaturas que geralmente variam entre 13.8 a 25.0 °C no período de verão, e entre 5.0 – 16.8 °C no

período de inverno, raramente descendo abaixo dos 0°C; a precipitação anual é de cerca de 1254 mm, geralmente concentrada entre outubro e março (IM, 2011).

Em 2011 a população do Porto era composta por 45,5% de homens e 54,5% de mulheres. Mais de metade dos habitantes da cidade detinham escolaridade até ao 9º ano ou menos (54,6%), havendo uma percentagem de habitantes com o 12º ano de 16,5%, e com ensino universitário de 31,9%. Em 2011 no Porto, a faixa etária até os 18 anos era de 14,8%, a percentagem de jovens entre os 18 e os 24 era de 7,7%, a faixa etária dos 25 aos 44 anos era de 25,6%, a faixa etária dos 45 aos 64 de 28,7% e a faixa etária com mais de 64 anos de 23,2% (INE, 2011).



Figura 5 – Mapa com representação das freguesias do concelho do Porto. Fonte: Diário da República, Lei n.º 11-A/2013, de 28 de janeiro

3.2. Caraterização das árvores monumentais de interesse público da cidade do Porto

Atualmente na cidade do Porto existe um total de 247 árvores classificadas de “interesse público”, pertencentes a 12 espécies diferentes. Destas árvores, 14 estão isoladas e 232 em conjuntos arbóreos.

Este número poderá sofrer alterações em breve pois estão propostas para classificação mais 105 árvores de 10 espécies diferentes (89 em conjuntos arbóreos e 16 isoladas), resultando no número total de espécimes de interesse público apresentado na Figura 6.

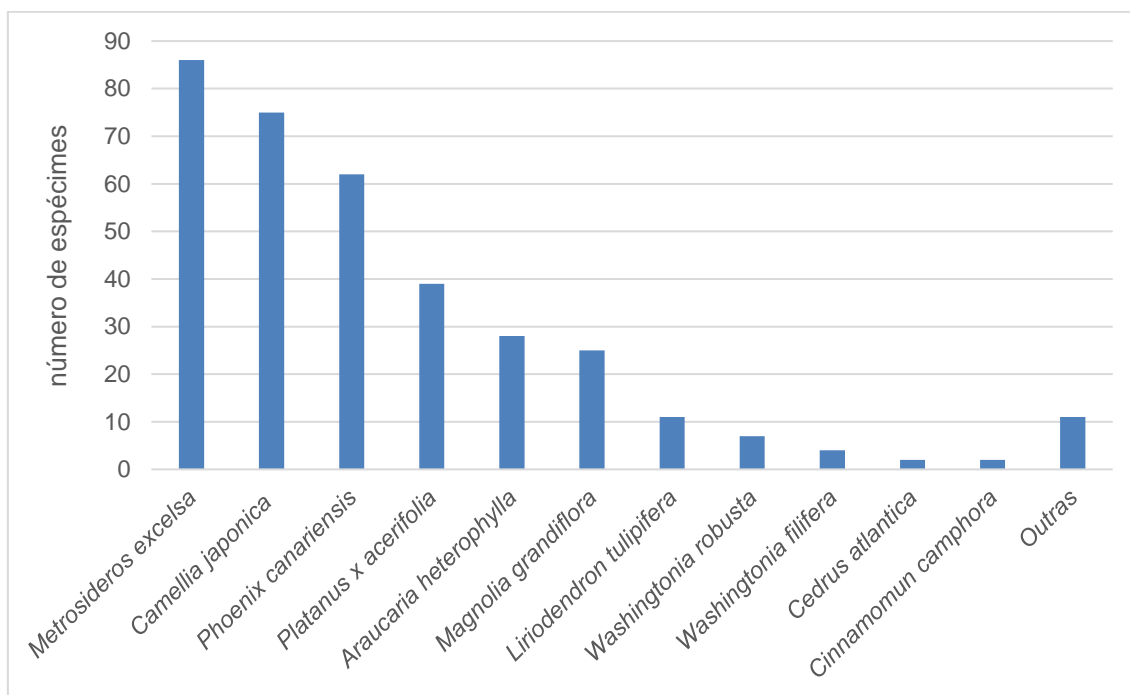


Figura 6 - Composição das espécies das árvores monumentais de interesse público da cidade do Porto

As espécies com maior número de exemplares classificados são o metrosídero (35%), a palmeira-das-canárias (25%) e o plátano-híbrido (15%) (Tabela 4)

Tabela 5 - Número e percentagem dos espécimes de árvores monumentais classificadas de interesse público na cidade do Porto

Espécie	Nome Comum	Nº de árvores	Percentagem %
<i>Afrocarpus falcatus</i>	Afrocarpus	1	0,4
<i>Araucaria bidwilli</i>	Bunia bunia	1	0,4
<i>Araucaria heterophylla</i>	Araucária-de-Norfolk	27	10,9
<i>Camellia japonica</i>	Cameleira	2	0,8
<i>Cedrus atlantica</i>	Cedro-do-atlas	2	0,8
<i>Ginkgo biloba</i>	Ginkgo	1	0,4
<i>Liriodendron tulipifera</i>	Tulipeiro da Virgínia	8	3,2
<i>Magnolia grandiflora</i>	Magnolia de flores grandes	12	4,9
<i>Metrosideros excelsa</i>	Metrosídero	86	34,8
<i>Phoenix canariensis</i>	Palmeira das Canárias	62	25,1
<i>Platanus x acerifolia</i>	Plátano híbrido	38	15,4
<i>Washingtonia robusta</i>	Palmeira de Leque do México	7	2,8
Total		247	

Estas árvores podem ser encontradas em 11 espaços sob gestão municipal (Casa Tait, Jardim da Avenida de Montevideu, Jardim das Virtudes, Jardim do Homem do Leme, Jardim do Passeio Alegre, Jardim João Chagas, Jardim Marques de Oliveira, Palácio de Cristal, Palácio do Freixo, Praça de Pedro Nunes e Escola Municipal João

de Deus) e 2 espaços com gestão não municipal (Ordem dos Médicos e Quinta Primo Madeira).

A grande maioria das AMIP são espécies exóticas, oriundas da Austrália e Nova Zelândia (33%), Ásia (22%), África (19%), América (14%) e fruto de hibridações de espécies europeias com espécies americanas (11%) (Figura 7).

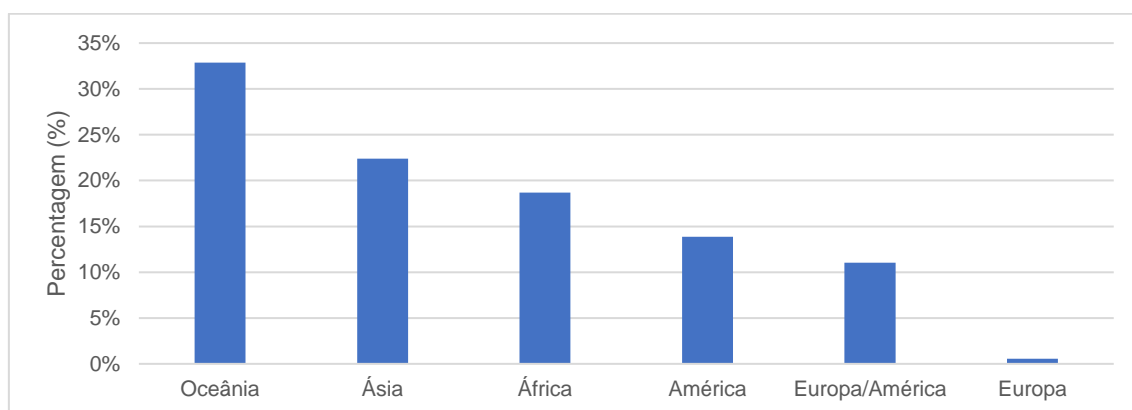


Figura 7 - Percentagem da população de árvores monumentais de interesse público por continente de origem.

3.3. Valoração de árvores em meio urbano

Existem diversos estudos sobre abordagens para estimar o valor económico dos benefícios prestados pelas árvores em espaço urbano. Apesar de serem realizados em diferentes regiões, focando-se em benefícios diferentes e métodos de valoração distintos (o que torna a comparação de resultados difícil), indicam claramente que as árvores urbanas beneficiam positivamente a economia dos proprietários e das comunidades (por exemplo aumentando o preço de venda das casas ou reduzindo os custos com energia; Sander et al., 2010).

Segundo Sander et al. (2010), os métodos de valoração mais frequentemente utilizados para a valoração económica das árvores urbanas são: preço hedónico (*Hedonic Pricing*); valoração contingente (*Contingent Valuation*), cálculo do valor das árvores em termos de redução de energia, mitigação da poluição e fixação de carbono; cálculo das despesas totais anuais de gestão da floresta urbana (plantação, manutenção árvore, mitigação de danos, etc.) e respetivos benefícios (redução da energia, redução de carbono atmosférico, redução do escoamento de águas pluviais, melhoria da qualidade do ar e estética) para utilização em análises de custo-benefício.

Apesar do grande interesse público das AM e das AMIP, existem poucos estudos científicos com o objetivo de valorar os seus SE e calcular o respetivo valor económico. Esta conclusão resulta de uma pesquisa na base de dados *Web of Science*, onde foi utilizada a palavra-chave de pesquisa “*heritage trees*” nas categorias *ecology*, *environmental sciences*, *forestry*, *environmental studies*, *biodiversity conservation*, *urban studies* e *regional urban planning*. A pesquisa devolveu 26 resultados, tendo sido descartados os que não se debruçavam sobre a valoração deste tipo de árvores. Após esta seleção, retivemos cinco artigos para uma análise mais detalhada cuja informação metodológica mais relevante pode ser agrupada do seguinte modo: i) Jim (2006) criou uma fórmula própria para a avaliação e valoração das AM em alternativa à valoração contingente e preços hedónicos. ii) Becker e Freeman (2009) e Chen (2015) utilizaram o método de valoração contingente para atribuir um valor monetário, para além de avaliarem os valores e perceções associados a estas árvores, iii) Chen

Hua (2017) e Cheung e Hui (2018) estudaram as perceções associadas a estas árvores sem procurar atribuir um valor monetário.

Estes quatro últimos artigos que constituíram a base essencial para a formulação e fundamentação do inquérito elaborado no âmbito do presente trabalho. Apesar de Jim (2006) também se debruçar sobre a avaliação e valoração das AM, não utiliza inquéritos na sua metodologia, pelo que não foi tido em conta para a formulação do questionário.

Apesar de existirem estudos sobre os desserviços associados às árvores em espaço urbano, não foi encontrado nenhum estudo especificamente orientado para as AM ou AMIP. A ausência de estudos que explicitem os desserviços gerados por estas árvores pode estar relacionada com o facto de estarem geralmente localizadas em parques e jardins, onde não entram em conflito com habitações, ruas, muros e passeios.

3.4. Inquérito

3.4.1. Desenvolvimento e implementação do Inquérito

Os estudos existentes comprovam a importância dos valores culturais na valoração de AM, indicando que a sua exclusão na avaliação pode implicar a subvalorização deste tipo de árvores (Becker and Freeman, 2009).

As AMIP mais do que elementos naturais, são elementos culturais (Green, 2002). A abordagem que parece melhor refletir de forma sistemática o seu valor cultural é a preferência declarada, ou avaliação contingente (Arrow et al., 1993).

Para uma melhor sustentação da abordagem a adotar, foram analisados os quatro artigos de referência anteriormente referidos que utilizam uma metodologia baseada em questionários. É possível perceber que existem algumas semelhanças na estrutura do questionário destes artigos. Em três dos quatro artigos, o questionário contempla uma parte introdutória destinada a fornecer informação sobre as árvores avaliadas, podendo ter fotografias (Becker and Freeman, 2009), definição sobre o regime especial das AM (Chen, 2015; Chen and Hua, 2017), ou referência à distribuição, condições e desafios das AMIP na cidade (Chen and Hua, 2017). Em todos eles, a última parte é destinada a questões socioeconómicas.

O corpo do questionário em Becker and Freeman (2009) e Chen (2015) é bastante semelhante. Ambos incluem uma segunda parte para avaliar o nível de conhecimento dos inquiridos sobre as AM (nível de informação prévia ou nível de conhecimento sobre práticas existentes de gestão e conservação), e uma penúltima parte em que utilizam o método contingente para avaliar o valor económico destas árvores. Esta avaliação é feita introduzindo a ideia hipotética de quanto as pessoas estariam dispostas a contribuir caso as AM se encontrassem em mau estado e fosse criado um fundo para assegurar a sua conservação (este método é também designado de *willingness to pay*). Em ambos, os casos esta escolha é realizada com base num cartão de pagamento com várias opções de valor monetário. Becker and Freeman (2009) têm ainda uma parte destinada a avaliar se os inquiridos são ou não frequentadores de floresta urbana onde estão localizadas muitas AM (Tabela 7).

A avaliação dos valores através das perceções associadas às AM é realizada com recurso a dois métodos diferentes. Em Becker and Freeman (2009) estes são avaliados numa pergunta de resposta aberta, questionando os motivos da oferta monetária para o fundo de conservação. Em Chen (2015), Chen and Hua (2017) e Cheung and Hui (2018) estes valores são avaliados com questões orientadas para que os entrevistados expressem as suas perceções, classificando-os de 1 a 5 (muito pouco importante a muito importante; Tabela 7).

Tabela 6 - Síntese da metodologia de questionário dos artigos selecionados

Becker and Freeman, 2009	Chen, 2015	Chen and Hua, 2017	Cheung and Hui, 2018
Estrutura do inquérito			
<p>I - Informação e fotografias das árvores selecionadas;</p> <p>II - Questões para saber o nível de informação prévia dos entrevistados;</p> <p>III - Questões para distinguir usuários de não usuários (frequência de visitas passadas e intenção de visitas futuras);</p> <p>IV - Cartão de pagamento para determinar o <i>willingness to pay</i> (fundo de conservação para manter a integridade das árvores) e duas perguntas detalhando as razões da oferta (para perceber valores de uso e valores de uso passivo, ou motivos de protesto);</p> <p>V - Questões socioeconómicas.</p>	<p>I - Definição de árvores de interesse público; texto informativo; avaliação dos valores associados às AMIP.</p> <p>II - avaliação do conhecimento sobre práticas existentes de gestão e conservação; classificação do desempenho da gestão.</p> <p>III – texto sobre causa de deterioração das AMIP; introdução do fundo de conservação; 2 perguntas para avaliar o <i>willingness to pay</i> (montante máximo dispostos a pagar sabendo que existe falta de financiamento)</p> <p>IV - Questões socioeconómicas (idade, sexo, escolaridade e rendimentos)</p>	<p>I - Definição, distribuição, condições e desafios das AMIP na cidade; explicação do propósito do estudo.</p> <p>II – Seis declarações para avaliação da importância de 3 benefícios biológicos e 3 benefícios culturais</p> <p>III - Questões de resposta aberta para aferir as atividades que os inquiridos realizam quando visitam locais com AM (atividades enquadradas em 4 categorias: recreio passivo, recreio ativo, estética e investigação)</p> <p>IV - Questões socioeconómicas</p>	<p>I – 22 Questões para avaliar a ligação dos residentes às árvores monumentais;</p> <p>II - 8 Questões para avaliar a perceção positiva;</p> <p>III - 8 Questões para avaliar o comportamento ambientalista responsável;</p> <p>IV - 15 Questões (adaptados do Novo Paradigma Ecológico) para avaliar as atitudes ambientalistas positivas e negativas.</p> <p>V - Questões socioeconómicas</p>
Aspetos avaliados			
<ul style="list-style-type: none"> - Valor de uso (recreio) - Valor de legado - Preservação da biodiversidade e função ecológica (habitat para espécies importantes) - Parte integrante da paisagem (experiência estética), - Parte integrante da herança (herança cultural), - Valor espiritual ou religioso (significado religioso) 	<ul style="list-style-type: none"> - Herança cultural - Recreio - Existência/Legado - Biológicos (habitat para espécies importantes) - Ambientais (filtração de poluentes, regulação da qualidade física do ar) <p>Nota: Foco no valor biológico único das AM; outros 3 tipos de valor (ambiental, recreio e existência) para facilitar comparação, identificar valor especial e se este pode afetar o WTP</p>	<p>Culturais:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recreio - Herança cultural - Experiência estética <p>Biológicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exemplares vivos e pool genético - Espécies raras e em perigo - Continuidade e estabilidade ecológica (habitat para espécies importantes) <p>Nota: Não inclui regulação microclimática ou diminuição da poluição do ar, para diferenciar as AM das árvores urbanas vulgares</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Recreio - Significado religioso - Herança cultural - Valor existência - Habitat para espécies importantes - Filtração de poluentes - Regulação da qualidade física do ar
Métodos de avaliação			
<ul style="list-style-type: none"> - Indicação dos motivos da oferta permite perceber a importância dos valores - Método de valoração monetária - Método de valoração contingente 	<ul style="list-style-type: none"> - Valores: escala de 1 a 5 (muito pouco importante a muito importante) - Método de valoração contingente 	<ul style="list-style-type: none"> - Valores: escala de 1 a 5 (muito pouco importante a muito importante) 	<ul style="list-style-type: none"> - Valores: escala de 1 a 5 (1 representa discordo muito e o 5 concordo muito)

Outros procedimentos			
Dois grupos de amostra: - Visitantes de floresta onde estão localizadas muitas árvores antigas; - População em geral representada por passageiros de um comboio fora do horário de pico semanal (comparação entre usuários e não usuários, e maior ou menor conhecimento prévio)	- Amostra estratificada de residentes permanentes; - Entrevistas ao domicílio com duração de 30 min; - Explicações se necessário; - Oferta de presente simbólico	- Grandes parques públicos ou jardins de bairro selecionados aleatoriamente; - Amostra estratificada; - Questionário com duração de 10-15 min; - Vale de 10 dólares.	- Residentes selecionados aleatoriamente ao passarem pelos principais caminhos e áreas de lazer - Questionário com duração de 10 min; - Oferta de lembrança.

A partir da classificação CICES (2019) e da análise realizada aos quatro artigos de estudo, foi efetuada uma sistematização dos benefícios avaliados em cada artigo (Tabelas 6 e 7). Esta sistematização permitiu concluir que os benefícios mais importantes associados à avaliação das AM são: recreio ativo/passivo, herança cultural, experiência estética, significado religioso, valor de existência e habitat para espécies importantes, filtração de poluentes e regulação da qualidade do ar. Estes dois últimos benefícios, apesar de não estarem particularmente associados às AM permitem fazer uma comparação com as restantes árvores e por isso a sua inclusão parece ser interessante nestes questionários, como referem Chen and Hua (2017).

Tabela 7 - Associação dos vários benefícios avaliados em cada estudo com a classificação CICES para os serviços culturais.

Classe (classificação CICES)	Descritor simplificado (adaptado)	Becker and Freeman, 2009	Chen, 2015	Chen, 2017	Cheung and Hui, 2018
Benefícios dos serviços culturais					
Caraterísticas dos sistemas vivos que possibilitam atividades que promovem saúde, recuperação ou prazer por meio de interações ativas ou imersivas / passivas ou observacionais	Recreio ativo/passivo	X	X	X	X
Caraterísticas dos sistemas vivos que permitem a investigação científica ou a criação do conhecimento ecológico tradicional	Investigação Científica				
Caraterísticas dos sistemas vivos que permitem que a educação e a formação	Educação				
Caraterísticas dos sistemas vivos que transmitem a cultura ou herança	Herança cultural	X	X	X	X
Caraterísticas dos sistemas vivos que permitem experiências estéticas	Experiência estética	X		X	
Elementos dos sistemas vivos que possuem significado simbólico	Significado simbólico				
Elementos dos sistemas vivos que têm significado sagrado ou religioso	Significado religioso	X			X
Elementos dos sistemas vivos que podem ser usados para entretenimento e representação	Entretenimento				
Caraterísticas dos sistemas vivos que possuem um valor de existência	Valor de existência	X	X		X
Caraterísticas dos sistemas vivos que têm um valor de opção ou de legado	Valor de legado	X			
Benefícios dos serviços de regulação e manutenção					
Bioremediação por microrganismos, algas, e animais	Decomposição de resíduos				
Filtração/sequestro/armazenamento/acumulação por micro-organismos, algas, plantas, e animais	Filtração de poluentes			X	X
Redução do cheiro	Redução de cheiro				
Redução do barulho	Redução de barulho				
Triagem visual	Ocultação de elementos inestético				
Controla das taxas de erosão	Controlo da perda de solo				
Atenua e retém o movimento de massas	Impedimento do deslizamento de terra e avalanches				
Regulação do ciclo hidrológico e do fluxo de água (incluindo controlo de cheias e proteção costeira)	Regulação do fluxo de água				
Proteção contra o vento	Proteção contra o vento				

Proteção contra incêndios	Proteção contra incêndios				
Polinização (ou dispersão de gametas em ambiente marinho)	Polinização				
Dispersão de sementes	Dispersão de sementes				
Manutenção de população e habitats berço (proteção do pool genético)	Habitat para espécies importantes	X	X	X	X
Controlo de pragas (incluindo espécies invasoras)	Controlo de pragas e espécies invasoras				
Controlo de doenças	Controlo de doenças				
Processos de intemperismo e seus efeitos na qualidade do solo	Formação e desenvolvimento do solo				
Processos de decomposição e fixação, e seus efeitos na qualidade do solo	Manutenção da matéria orgânica no solo				
Regulação da composição química da água doce por sistemas vivos	Controlo da qualidade química da água doce				
Regulação da composição química da água salgada por sistemas vivos	Controlo da qualidade química da água salgada				
Regulação da composição química da atmosfera e oceanos	Regulação climática global				
Regulação da temperatura e humidade, incluindo respiração e transpiração	Regulação da qualidade física do ar		X		X

Com base na revisão realizada, parece coerente a adoção da seguinte estrutura para a formulação do questionário: uma primeira parte para contextualizar o estudo, explicar o que são árvores de “interesse público” e ilustrá-las com fotografias; uma segunda parte para avaliar o nível de conhecimento das pessoas sobre as árvores classificadas e qual a sua relação com estas árvores; uma terceira parte para avaliação das perceções associadas a estas árvores (benefícios e prejuízos); uma quarta parte para avaliar a disponibilidade para contribuir monetariamente para a sua conservação e valorização, através de um cartão de pagamento; uma quinta parte para recolher os dados socioeconómicos e uma sexta parte para avaliar se um maior nível de informação alteraria as perceções.

Os benefícios foram avaliados através de uma série de afirmações (Graça et al., 2018; Tabela 10), que os inquiridos têm de classificar numa escala de importância semelhante à escala de Likert: (1) nada importante, (2) pouco importante, (3) importante, (4) muito importante e sem opinião (5) A escala de Likert foi desenvolvida por Likert em 1932 para medir atitudes, utilizando originalmente itens com cinco alternativas de resposta: aprovo fortemente (1), aprovo (2), indeciso (3), desaprovo (4) e desaprovo fortemente (5), que depois eram somados. Esta escala pode ser também usada para medir frequência, qualidade, importância, etc. Para informação mais detalhada sobre esta escala consultar Bertram (2007).

Este tipo de escala não foi adotado para avaliar os desserviços ou prejuízos, pois a literatura científica refere-se maioritariamente a conflitos causados pela proximidade com as árvores. As AMIP geralmente encontram-se em espaços que não entram em conflito com construções. Deste modo é feita uma pergunta aberta para permitir perceber quais os prejuízos que as pessoas associam especificamente às AMIP, caso tenham alguma opinião em relação a esta questão.

Tabela 8 - Questões associadas aos benefícios avaliados

Benefícios - Descritor simplificado	Questões
Recreio ativo/passivo	As AMIP proporcionam lugares agradáveis para passear, correr, andar de bicicleta, relaxar, contemplar, etc.
Herança cultural	As AMIP preservam a história, identidade e cultura da cidade do Porto
Experiência estética	As AMIP têm uma beleza natural que torna as ruas/jardins mais atrativos
Significado religioso	As AMIP representam valores espirituais, religiosos
Valor existência	Direito intrínseco de existência das AMIP, e sua conservação para as próximas gerações.
Habitat para espécies importantes	A conservação das AMIP permite preservar espécies, e aumentar a biodiversidade e resiliência dos ecossistemas urbanos
Filtração de poluentes e Regulação da qualidade física do ar	As AMIP proporcionam sombra/aumento da temperatura e diminuem a poluição do ar.

A versão do inquérito utilizada pode ser consultada no Anexo A, tendo sido previamente realizado um pré teste a uma amostra de 20 pessoas.

Para estudar a perceção da população sobre as AMIP da cidade do Porto foram recolhidos 108 inquéritos de forma presencial através de entrevistas nas ruas/parques da cidade do Porto, 19 em iniciativas dinamizadas pela Câmara Municipal do Porto (CidadeMais e Ambiente em família), e 369 inquéritos através de formulários online (123 através do contacto estabelecido com potenciais participantes pela equipa responsável pelo projeto FUTURO – projeto das 100.000 árvores na Área Metropolitana do Porto e 246 através de um email dirigido à comunidade da FEUP).

3.4.2. Análise estatística

Após a recolha dos inquéritos procedeu-se a uma análise estatística com o objetivo de perceber se de facto as diferentes variáveis socioeconómicas influenciam as respostas dos inquiridos.

Para algumas variáveis foi realizado um agrupamento de forma a não existirem classes de resposta com uma frequência menor que 30. Os resultados da variável “concelho de residência” foram agrupados em duas grandes classes de resposta: do Porto, ou de outros concelhos. Para a variável “nível de escolaridade”, as classes “ensino básico” e “ensino secundário” foram agrupadas numa nova classe “sem ensino universitário” para não existir uma classe com frequência menor que 30 (critério necessário para que a distribuição se aproxime da normalidade). Desta forma o nível de escolaridade passou a ter apenas duas classes: sem ensino universitário, e com ensino universitário. Relativamente ao rendimento, numa primeira variável denominada apenas “rendimento”, foram agrupados numa classe todos os inquiridos com rendimento e numa outra classe os inquiridos sem rendimento. Para a variável “nível de rendimento” as classes de rendimento 1500-2000€ e >2000€ foram agrupadas pois constatou-se que tinham uma reduzida frequência de inquiridos (38 e 33 respetivamente). Para além destes grupos socioeconómicos, também os níveis de disposição a pagar superiores a 10€ sofreram um agrupamento, devido às suas baixas frequências (<30).

As respostas dos inquiridos são essencialmente variáveis qualitativas. Contudo, as respostas relacionadas com a importância percebida dos benefícios associados às AMIP (itens de Likert) podem ser consideradas variáveis quantitativas, passíveis de

aplicação de testes paramétricos. (ver Norman, 2010 para mais informação sobre a utilização de testes paramétricos na análise de dados obtidos com escalas de Likert).

Não foi possível assumir sempre a normalidade e homogeneidade de variâncias, (tendo-se utilizado o teste de Levene para verificar esta situação). Contudo existem estudos que comprovam que os testes paramétricos produzem resultados robustos com dados numa escala do tipo Likert, mesmo que desrespeitem estas suposições (Norman, 2010).

As questões com variáveis qualitativas consideradas quantitativas (benefícios) foram avaliadas através da média de respostas dadas em relação aos benefícios em análise, utilizando-se os testes paramétricos mais adequados (que pressupõem distribuição normal e dimensão da amostra superior a 30). Para analisar a relação das respostas referente aos benefícios, com as variáveis independentes com 2 níveis (concelho, sexo, nível de escolaridade e rendimento) utilizou-se o teste t-Student. Para analisar a influencia das variáveis independentes com 4 níveis (classes etárias e de rendimento) na percepção dos benefícios, utilizou-se a análise de variância com um fator (*One-Way ANOVA*).

Os resultados da ANOVA apresentam o nível de significância do teste F (teste de Fisher), ou o nível de significância do teste de Welch para os casos de homogeneidade de variâncias não assumida. Nos casos em que os fatores em análise apresentaram resultados estatisticamente significativos ($p < 0,05$) para o teste de F (ANOVA) ou teste de Welch, procedeu-se à comparação das médias através de contrastes planeados, nomeadamente contrastes ortogonais.

O outro grupo de questões qualitativas (saber o que são AMIP; conhecer alguma AMIP; disposição a pagar para a valorização das AMIP; frequência de pagamento; classes de valor de pagamento; alteração de respostas caso tivesse tido acesso a mais informação) foram analisadas através da frequência, recorrendo-se ao teste do Qui-quadrado. Este teste não paramétrico não necessita de cumprir requisitos como a normalidade, podendo ser utilizado para verificar se existem diferenças entre os diversos níveis de variáveis qualitativas (a única desvantagem deste teste é não permitir saber entre que classes se encontram as diferenças).

Os resultados foram considerados como tendo diferenças significativas quando os testes da ANOVA, t-Student e Qui-quadrado mostraram um nível de significância $p < 0,05$. Para valores $p < 0,001$ considerou-se que estas diferenças eram muito significativas.

Toda a análise estatística foi realizada recorrendo ao software IBM SPSS (versão 26).

3.5. Software *i-Tree Eco*

Para quantificar alguns SE de regulação prestados pelas AMIP tais como: sequestro e armazenamento de carbono, melhoria da qualidade do ar e escoamento de águas pluviais evitado; recorreu-se ao software *i-Tree Eco*.

O *i-Tree Eco* é um software de uso gratuito, integrado no pacote de ferramentas *i-Tree* desenvolvido pelo *USDA (United States Department of Agriculture) Forest Service* e outras entidades colaborativas, que fornece instrumentos de análise de floresta urbana ou rural e indicadores para estimar os SE e benefícios que presta (disponível em <https://www.itreetools.org/>). O *i-Tree Eco* tem sido usado por organizações sem fins lucrativos, consultores, estudantes, etc. para produzir conhecimento em diferentes escalas, designadamente árvores individuais, parcelas, cidades ou países (USDA Forest Service, 2019). Este software quantifica a estrutura da floresta urbana, os efeitos ambientais e o respetivo valor monetário para as comunidades (Figura 8). O cálculo de SE através do *i-Tree Eco* baseia-se num inventário de árvores ou parcelas aleatoriamente selecionadas numa área de estudo previamente definida, em conjunto com dados horários de poluição atmosférica e meteorológicos (consultar anexo C para informação mais detalhada sobre os modelos de cálculo utilizados pelo *i-Tree Eco*). Independentemente da escala, os resultados obtidos com esta ferramenta permitem ajudar a desenvolver políticas, definir prioridades e tomar decisões de gestão de recursos mais fundamentadas.

O *i-Tree Eco* permite estimar o escoamento evitado, missões de compostos orgânicos voláteis, carbono sequestrado, carbono armazenado, efeitos energéticos¹, produção de oxigénio e poluição removida (para uma descrição mais pormenorizada, ver anexo C).

¹ Os efeitos energéticos são estimados com base em dados dos EUA (tipos de construção, energia utilizada por tipo de combustível, clima, etc.), por isso este módulo da ferramenta de modelação não está disponível para uso automático internacional.

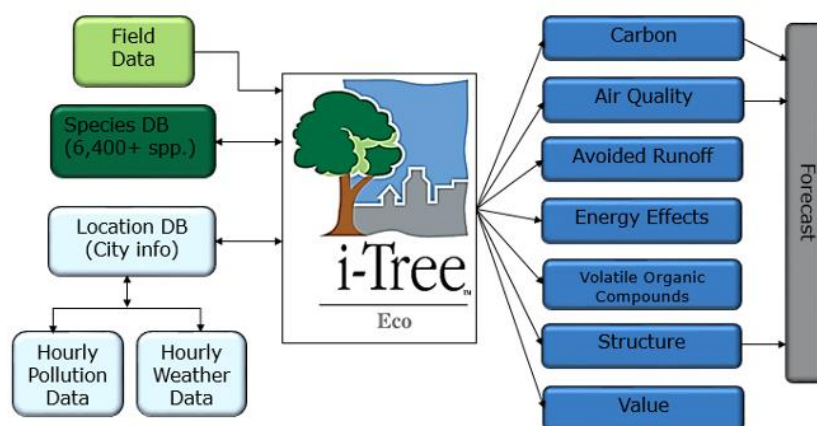


Figura 8 - Diagrama ilustrativo dos dados requeridos e da informação gerada pelo software i-Tree Eco. Fonte: <https://www.itreetools.org/eco/overview.php>.

A utilização do i-Tree Eco exige uma grande quantidade de dados específicos sobre o objeto de estudo, pelo que o projeto deve ser desenvolvido em cinco fases: planeamento, configuração no software, recolha de dados, processamento dos dados e análise dos resultados produzidos.

No presente trabalho utilizou-se o i-Tree Eco v6.0.

3.5.1. Desenvolvimento e implementação do projeto

Na primeira fase (planeamento do projeto), foi definido o tipo de inventário que se pretende realizar. Neste caso optou-se por uma análise ao inventário completo das AMIP existentes no Porto.

Na segunda fase (configuração do projeto), incorporaram-se os dados referentes à localização (selecionou-se a cidade do Porto como área de estudo e inseriu-se o respetivo número de habitantes) e precipitação (selecionou-se a estação 085440 do *National Climatic Data Center*). Ainda nesta fase selecionaram-se as variáveis a recolher na terceira fase: uso de solo, árvore de arruamento (sim ou não), propriedade pública/privada, estado (plantada, espontânea, desconhecido), altura total da árvore, altura da copa viva, altura da base da copa, largura da copa, percentagem de copa em falta, mortalidade da copa (percentagem), exposição da copa à luz (número de lados 0-5), diâmetro à altura do peito (DAP), altura de medição do DAP.

Na quarta fase (processamento dos dados com o i-Tree Eco), procedeu-se à introdução e processamento dos dados de campo recolhidos para a obtenção dos resultados.

Os dados recolhidos foram registados em suporte de papel numa tabela (Anexo B), seguindo as instruções do protocolo do i-Tree Eco.

A variável “uso de solo” (importante para o ajuste dos modelos de crescimento das árvores usados pelo i-Tree Eco, às características associadas a diferentes tipos de uso de solo) foi determinado com base na observação no local e não com base em mapas de uso de solo. Apesar de existirem 13 categorias predefinidas no i-Tree Eco, neste estudo foram apenas observadas as características das seguintes categorias: institucional (I), parque (P) e vago (V).

As medições das diferentes alturas das árvores (total da árvore, copa viva, base da copa), assim como a largura da copa, foram registadas com recurso a um hipsómetro (Vertex IV) que funciona em conjunto com um transponder (Figura 9). Este instrumento utiliza ultrassons para calcular distâncias, e permite determinar alturas com base nos princípios trigonométricos (AB, 2007).



Figura 9 - Hipsómetro (Vertex) à direita e transponder à esquerda. Fonte: forestry-suppliers.com

Os valores monetários dos SE foram calculados assumindo o preço de 107,06€/t de carbono armazenado/sequestrado (Van Den Bergh and Botzen, 2014); 8,98€/m³ de água pluviais para o cálculo do escoamento evitado (adaptado de Soares et al., 2011); 1 042,79€/t de CO, 1 950,75€/t de O₃, 290,74€/t de NO₂, 105,81€/t de SO₂ e 67 805,82€/t de PM2.5 para calcular a poluição removida (Nowak et al., 2014). A taxa de câmbio utilizada para converter os valores do i-Tree de dólar para euro foi de 0,90€ (referente ao dia 14 de agosto de 2019).

A estação meteorológica selecionada (085440) registou 1608 mm de precipitação anual para 2010. Estes dados de precipitação utilizados para efetuar os cálculos foram recolhidos na Faculdade da Universidade do Porto e fornecidos ao USDA *Forest Service* no âmbito do trabalho realizado por Graça, (2018), tendo sido carregados na estação 085440 do *National Climatic Data Center* (NCDC), pois as estações do NCDC apenas têm dados de precipitação correspondentes a 6h diárias. No entanto, para a obtenção de estimativas mais próximas da realidade, o i-Tree Eco requer dados de precipitação horários recolhidos para períodos de 24h durante um ano civil completo.

Embora se tenha fornecido informação para os anos de 2013 a 2015, não foi possível à equipa do i-Tree carregá-la atempadamente na base de dados do i-Tree Eco, razão pela qual se optou nesta tese por utilizar o ano de 2010 (à data da realização deste trabalho, os anos 2010 e 2011 eram os únicos com informação de precipitação para 24h, sendo que o ano de 2010 apresenta valores mais elevados de precipitação, e por isso permite perceber melhor o impacto das AMIP em períodos de elevada pluviosidade).

4. Resultados e discussão

4.1. Inquérito

O inquérito foi aplicado de 28 de maio a 14 de julho de 2019, de forma online ou presencial nas ruas do Porto, e contou com uma amostra de 496 pessoas maiores de 18 anos. A amostra é representativa da população da cidade do Porto no que toca ao sexo, contudo relativamente ao nível de escolaridade existe uma grande discrepância. A classe de pessoas com ensino universitário, assim como a classe de pessoas com 18-24 anos e de pessoas com 25-44 anos estão sobre-representadas, o que já seria de esperar dado o recurso ao meio universitário para a divulgação do questionário online (Tabela 9).

Tabela 9 - Caracterização socioeconómica de uma amostra de 496 pessoas entrevistadas entre 28 de maio a 14 de julho de 2019 (online ou presencialmente nas ruas do Porto), para explorar as perceções associadas às AMIP.

Variável socioeconómica	Classes	Percentagem da amostra	Percentagem no Porto (INE, 2011)
Sexo	Homem	44,2	45,5
	Mulher	55,8	54,5
Nível de escolaridade	Ensino básico	17	51,6
	Ensino secundário		16,5
	Licenciatura	83	24,7
	Mestrado ou superior		7,2
Classes etárias	<18	-	14,8
	18-24	43,1	7,7
	25-44	29,2	25,6
	45-64	20,6	28,7
	+64	7,1	23,2
Concelho	Porto	47,1	-
	Outros	52,9	-

Nesta secção referente aos resultados do questionário são apresentadas duas tabelas. A primeira apresenta os resultados referentes às questões em que foram aplicados testes paramétricos (nomeadamente as que se referem à avaliação dos benefícios de acordo com a escala tipo Likert). A segunda tabela apresenta os resultados para as restantes questões, em que houve necessidade de recorrer a testes

não paramétricos, designadamente o Qui-quadrado. Em ambas as tabelas são apresentados os resultados em função das variáveis socioeconómicas

4.1.1. Serviços de ecossistema

A tabela 10 compara os valores médios e o erro padrão da média da percepção da importância de diferentes benefícios associados às AMIP, de acordo com os grupos socioeconómicos analisados.

Os entrevistados provenientes do Porto, quando comparados com os de outras origens, atribuem uma importância significativamente menor ao atributo valor religioso/espiritual e biodiversidade destas árvores, não se verificando diferenças significativas decorrentes da proveniência geográfica nas outras variáveis analisadas. Uma das explicações para a atribuição de maior importância ao valor religioso/espiritual por parte de pessoas que não são do Porto poderá estar na maior familiaridade com árvores de forte cariz religioso noutras zonas do país.

As mulheres, quando comparadas com os homens, valorizam significativamente mais a herança cultural ($p < 0,000$), o valor religioso/espiritual ($p < 0,000$), o valor de existência e a biodiversidade, não se verificando diferenças significativas entre sexo para as restantes variáveis. Estas diferenças podem ser explicadas por as mulheres geralmente exibirem atitudes e comportamentos em relação ao meio ambiente mais assertivos que os homens (Zelezny et al., 2000) assim como pelo facto de as mulheres serem mais religiosas que os homens (Trzebiatowska and Bruce, 2012).

Analisando as classes etárias, verifica-se que a idade é a única variável socioeconómica com diferenças significativas para todos os benefícios. Existe um padrão semelhante para os benefícios: atividades recreativas, herança cultural, valor de existência e regulação da poluição/microclima. Verifica-se nomeadamente que as pessoas mais novas (18-24 anos) apresentam diferenças significativas face aos restantes grupos etários, atribuindo menor importância aos referidos benefícios. Para além disso parecem existir algumas semelhanças entre os mais novos e os mais velhos (mais de 64 anos) devido à proximidade das médias, contudo a variabilidade de respostas no grupo dos mais velhos é muito grande (o que se confirma pelo erro-padrão mais elevado). Assim, esta proximidade de médias (entre mais novos e mais velhos) pode resultar da maior discrepância entre respostas, e não da convergência com o

grupo dos mais novos. Estes resultados sugerem que os mais novos estão possivelmente menos atentos a temas relacionados com o meio ambiente.

Os inquiridos com ensino universitário, comparativamente com os inquiridos sem ensino universitário, atribuem uma importância significativamente maior ao valor de existência e à biodiversidade, não se verificando diferenças significativas para as restantes variáveis analisadas. Esta diferença poderá dever-se ao maior contacto com questões de âmbito ambiental a que pessoas com maior nível de educação estão geralmente expostas.

As pessoas com rendimentos, quando comparadas com as pessoas sem rendimentos, atribuem uma importância significativamente maior às atividades recreativas, ao valor religioso/espiritual, ao valor de existência, e à regulação da poluição/microclima. Estes resultados podem ser explicados por as pessoas com mais rendimentos poderem mais facilmente aceder a recursos que promovem uma maior consciência ambiental.

Analisando as classes de rendimento dos inquiridos, pode observar-se que quanto maior a classe de rendimento das pessoas, maior o grau de importância atribuído à experiência estética. Esta relação pode estar relacionada com o acesso mais fácil por parte das pessoas com mais rendimentos a atividades e experiências que promovem uma maior sensibilidade estética.

Analisando a amostra como um todo, pode-se dizer que todos os benefícios à exceção do valor religioso/espiritual (considerado medianamente importante), foram considerados pelos inquiridos como sendo muito importantes (média de resposta > 2,61, em que o número 3 correspondente a muito importante). O valor de existência foi o benefício mais valorizado, com uma média de 2,81 podendo estar relacionado com o facto de que as AMIP para além do aspeto ecológico, possuem uma grande importância social e cultural (Blicharska and Mikusiński, 2014).

Tabela 10 - Análise comparativa da média da perceção dos benefícios associados às árvores monumentais de interesse público (AMIP), de acordo com as diferentes variáveis socioeconómicas. Os resultados provêm de uma amostra de 496 pessoas.

Variáveis socioeconómicas	Benefícios						
	Atividades recreativas	Herança cultural	Experiência estética	Valor religioso /espiritual	Valor de existência	Biodiversidade	Regulação da poluição /microclima
Concelho							
Porto	2,70 (0,04)	2,61 (0,04)	2,68 (0,04)	1,33 (0,07)	2,78 (0,03)	2,73 (0,04)	2,74 (0,04)
Outros	2,72 (0,03)	2,66 (0,04)	2,74 (0,03)	1,65 (0,07)	2,85 (0,03)	2,83 (0,03)	2,80 (0,03)
Teste T	0,621	0,298	0,245	0,001*	0,111	0,025*	0,213
Sexo							
Homens	2,66 (0,039)	2,52 (0,042)	2,67 (0,036)	1,31 (0,074)	2,76 (0,034)	2,71 (0,037)	2,7 (0,04)
Mulheres	2,75 (0,03)	2,72 (0,032)	2,74 (0,03)	1,66 (0,066)	2,86 (0,026)	2,85 (0,025)	2,82 (0,029)
Teste T	0,084	0,000*	0,114	0,000*	0,021*	0,001*	0,016*
Classes etárias							
18-24	2,6 (0,041) a	2,54 (0,044) a	2,65 (0,039) a	1,21 (0,073) a	2,76 (0,036) a	2,75 (0,036) a	2,66 (0,042) a
25-44	2,8 (0,39) b	2,72 (0,041) b	2,8 (0,035) b	1,69 (0,085) b	2,88 (0,029) b	2,86 (0,033) b	2,85 (0,035) b
45-64	2,83 (0,037) b	2,73(0,049) b	2,78 (0,045) b	1,74 (0,115) b	2,87 (0,037) b	2,83 (0,044) ab	2,87 (0,043) b
>64	2,66 (0,108) ab	2,57 (0,111) ab	2,54 (0,111) a	1,67 (0,214) b	2,71 (0,105) ab	2,6 (0,110) a	2,83 (0,096) ab
ANOVA / Welch	0,000*	0,007*	0,011*	0,000*	0,031*	0,040 *	0,003*
Nível de Escolaridade							
Sem Ens. Univ.	2,77 (0,06)	2,69 (0,06)	2,66 (0,06)	1,59 (0,12)	2,7 (0,07)	2,68 (0,06)	2,83 (0,05)
Com Ens. Univ.	2,70 (0,27)	2,63 (0,03)	2,72 (0,03)	1,49 (0,06)	2,84 (0,02)	2,81 (0,02)	2,76 (0,03)
Teste T	0,224	0,387	0,287	0,446	0,039*	0,043*	0,245
Rendimento							
Sem Rendimento	2,63 (0,04)	2,57 (0,05)	2,67 (0,04)	1,32 (0,08)	2,75 (0,04)	2,76 (0,04)	2,69 (0,04)
Com Rendimento	2,76 (0,03)	2,68 (0,03)	2,74 (0,03)	1,63 (0,07)	2,86 (0,02)	2,81 (0,03)	2,82 (0,03)
Teste T	0,011*	0,070	0,176	0,002*	0,020*	0,247	0,015*
Classes de rendimento							
<500€	2,61 (0,09)	2,67 (0,09)	2,53 (0,09) a	1,60 (0,17)	2,81 (0,07)	2,60 (0,08)	2,67 (0,10)
500-1000€	2,80 (0,05)	2,65 (0,05)	2,73 (0,04) ab	1,57 (0,11)	2,85 (0,04)	2,83 (0,04)	2,88 (0,03)
1000-1500€	2,81 (0,06)	2,68 (0,07)	2,78 (0,06) b	1,77 (0,13)	2,81 (0,06)	2,82 (0,06)	2,81 (0,07)
>1500€	2,73 (0,05)	2,71 (0,06)	2,82 (0,05) b	1,58 (0,14)	2,93 (0,03)	2,87 (0,05)	2, 82 (0,06)
ANOVA / Welch	0,228	0,912	0,041*	0,641	0,166	0,054	0,174
Total da amostra	2,71 (0,02)	2,64 (0,03)	2,71 (0,02)	1,50 (0,05)	2,81 (0,02)	2,79 (0,02)	2,77 (0,02)
Sem opinião¹	7 (1,4%)	13 (2,6%)	14 (2,8%)	76 (15,3%)	17 (3,4%)	19 (3,8%)	19 (3,8%)

Os resultados expressam a média (erro padrão da média) das respostas numa escala de importância semelhante à escala de Likert (0-nada importante; 1-pouco importante; 2-importante; 3-muito importante; sem opinião).

Na mesma coluna e para a mesma variável socioeconómica, médias assinaladas com a mesma letra não diferem significativamente de acordo com a análise de contrastes ortogonais ($p < 0,05$).

ANOVA refere-se à significância estatística do teste F de acordo com o número de observações (ver anexo). O teste de Welch é utilizado em alternativa quando não se verifica homogeneidade de variâncias.

Teste T: probabilidade associada ao teste *t Student*.

* Diferença significativa

¹ Expresso em frequência de respostas

A tabela 11 compara a frequência de respostas para todas as restantes questões, não relacionadas com benefícios. Uma vez que todas as variáveis dependentes examinadas nesta tabela são categóricas, assim como as variáveis socioeconómicas (variáveis independentes), utilizou-se na sua análise o teste não paramétrico do Qui-quadrado, fazendo sentido agrupá-las no mesmo quadro. De forma a simplificar a tabela, no caso de variáveis com resposta dicotómica “sim” ou “não”

apenas se apresenta o resultado para a resposta “sim”, o que permite inferir o número de respostas “não”.

Relativamente à primeira questão, onde se pretende avaliar o nível de conhecimento das pessoas relativamente às AMIP, constata-se que mais de metade dos inquiridos que sabem o que são AMIP são pessoas com mais de 45 anos, o mesmo sucedendo com as pessoas com rendimento, sendo que dentro destas 76,1% das pessoas com um rendimento superior a 1500€ responderam positivamente.

Para esta primeira questão existem também diferenças significativas entre homens e mulheres. A percentagem de mulheres que sabe o que são AMIP (48 %) é significativamente superior à percentagem de homens que respondeu afirmativamente à questão (37 %). Como foi referido anteriormente, as mulheres têm comportamentos pró-ambientais mais assertivos que os homens (Zelezny et al., 2000), sendo possível que isso também esteja relacionado com um maior conhecimento e interesse por questões ligadas ao meio ambiente. Existem também diferenças muito significativas para as classes etárias, observando-se uma tendência crescente de respostas “sim” com o aumento da idade, e uma oposição de pessoas com 18-24 anos com pessoas com mais de 45 anos. Estes resultados podem estar relacionados com a menor familiaridade dos mais novos com as questões de âmbito ambiental. Para além disso, a percentagem de pessoas sem rendimento que sabe o que são AMIP (27 %) é muito significativamente inferior à percentagem de pessoas com rendimento que respondeu positivamente à questão (54 %), existindo uma tendência oposta muito expressiva entre pessoas com um rendimento >1500€ (76% de respostas Sim) e entre pessoas com um rendimento <1500€ (percentagem de Sim ≤ 50%). Esta diferença pode estar relacionada com o maior acesso a recursos (cultura e educação privilegiada) pelas pessoas com mais rendimento, que permite uma maior consciencialização para questões de âmbito ambiental.

Relativamente à segunda questão, apesar de existir uma predominância de pessoas que dizem conhecer alguma AMIP, em todas as variáveis socioeconómicas analisadas existem diferenças significativas.

Tabela 11 - Análise comparativa da frequência de respostas para diferentes questões, de acordo com as diferentes variáveis socioeconómicas. Os resultados provêm de uma amostra de 496 pessoas.

Variáveis socio-económicas	Saber o que são AMIP	Conhecer alguma AMIP	Disposição a pagar	Frequência de pagamento ¹			Classes de valor de pagamento ¹			Alterar respostas
	Sim	Sim	Sim	1 única vez	1 vez /ano	2 vezes /ano	<5€	5-10€	>10€	Sim
Concelho										
Porto	100(43,1%)	174(75,0%)	134(58,0%)	37(27,8%)	80 (60,2%)	16(12,0%)	41(30,8%)	54(40,6%)	38(28,6%)	19 (8,2%)
Outros	115(44,1%)	169(64,8%)	165(63,2%)	44(26,7%)	99 (60,0%)	22(13,3%)	67(40,6%)	62(37,6%)	36(21,8%)	27(10,3%)
Qui-quadrado	0,830	0,014*	0,238		0,925			0,177		0,420
Sexo										
Homens	82 (37,4%)	133(60,7%)	135(61,6%)	38(28,4%)	75 (56,0%)	21(15,7%)	42(31,3%)	54(40,3%)	38(28,4%)	23(10,5%)
Mulheres	134(48,4%)	212(76,5%)	166(60,1%)	44(26,5%)	105(63,3%)	17(10,2%)	68(41,0%)	62(37,3%)	36(21,7%)	23 (8,4%)
Qui-quadrado	0,015*	0,000*	0,734		0,290			0,185		0,416
Classes etárias										
18-24	53 (24,3%)	117(54,7%)	119(55,6%)	40(33,6%)	66 (55,5%)	13(10,9%)	48(40,3%)	49(41,2%)	22(18,5%)	35(16,4%)
25-44	69 (47,6%)	108(74,5%)	94 (64,8%)	24(25,5%)	58 (61,7%)	12(12,8%)	36(38,3%)	37(39,4%)	21(22,3%)	8 (5,5%)
45-64	69 (67,6%)	87 (85,3 %)	73 (72,3%)	14(19,2%)	48 (65,8%)	11(15,1%)	21(28,8%)	28(38,4%)	24(32,9%)	2 (2,0%)
>64	25 (71,4%)	33 (94,3%)	15 (42,9 %)	4 (28,6%)	8 (57,1%)	2 (14,3%)	5 (35,7%)	2 (14,3%)	7 (50,0%)	1 (2,9%)
Qui-quadrado	0,000*	0,000*	0,003*		0,527			0,067		0,000*
Nível de Escolaridade										
Sem Ens. Univ.	42 (50,0%)	73 (86,9%)	48 (57,1%)	13(27,1%)	24 (50,0%)	11(22,9%)	18(37,5%)	20(41,7%)	10(20,8%)	5 (6%)
Com Ens. Univ.	174(42,3%)	272(66,2%)	253(61,7%)	69(27,4%)	156(61,9%)	27(10,7%)	92(36,5%)	96(28,1%)	64(25,4%)	41 (10%)
Qui-quadrado	0,197	0,000*	0,435		0,058			0,785		0,256
Rendimento										
Sem Rend.	54 (26,7%)	110(54,5%)	114(56,4%)	40(35,1%)	62 (54,4%)	12(10,5%)	45(39,5%)	48(21,1%)	21(18,4%)	29(14,4%)
Com Rend.	155(54,2%)	227(79,4%)	185(64,7%)	41(22,3%)	117(63,6%)	26(14,1%)	64(34,8%)	68(37,0%)	52(28,3%)	17 (5,9%)
Qui-quadrado	0,000*	0,000*	0,065		0,051			0,158		0,002*
Classes de rendimento										
<500€	12 (33,3%)	25 (69,4%)	17 (47,2%)	6 (35,3%)	10 (58,8%)	1 (5,9%)	9 (52,9%)	6 (35,3%)	2 (11,8%)	2 (5,6%)
500-1000€	53 (50,0%)	87 (82,1%)	71 (67,0%)	19(27,1%)	37 (52,9%)	14(20,0%)	22(31,4%)	30(42,9%)	18(25,7%)	9 (8,5%)
1000-1500€	36 (49,3%)	56 (76,7%)	50 (68,5%)	9 (18,0%)	36 (72,0%)	5 (10,0%)	19(38,0%)	19(38,0%)	12(24,0%)	3 (4,1%)
>1500€	54 (76,1%)	59 (83,1%)	47 (66,2%)	7 (14,9%)	34 (72,3%)	6 (12,8%)	14(29,8%)	13(27,7%)	20(42,6%)	3 (4,2%)
Qui-quadrado	0,000*	0,000*	0,067		0,058			0,083		0,025*
N total	493	493	492		298			298		492
% total	43,5%	76,6%	60,8%	27,2%	60,1%	12,8%	36,2%	38,9%	24,8%	9,3%

Os resultados expressam a frequência (percentagem) de respostas dicotómicas (Sim; Não), de classes de frequência (1 única vez; 1 vez /ano; 2 vezes /ano) ou de classes de valor (<5€; 5-10€; >10€)

AMIP:Árvores Monumentais de Interesse Público

¹ Questões respondidas apenas pelas pessoas que afirmaram estar dispostas a pagar

Teste do Qui-quadrado referente às diferenças entre as classes das variáveis socioeconómicas

* Diferença significativa

A percentagem de pessoas da cidade do Porto que conhece alguma AMIP (75%) é significativamente maior que a percentagem de pessoas de outros municípios (65 %), o que é compreensível, devido à maior possibilidade de convivência com estas árvores. A percentagem de mulheres que conhece alguma AMIP é muito significativamente superior à dos homens, o que vai de encontro ao que foi referido anteriormente para a

primeira questão. Existem diferenças muito significativas para as classes etárias, destacando-se o grupo dos mais jovens (18-24 anos) relativamente às pessoas com mais de 45 anos, numa tendência crescente de repostas “sim” com o aumento da idade. Estas diferenças podem estar relacionadas com a menor ligação dos mais jovens com o meio ambiente. A percentagem de pessoas sem ensino universitário que conhece alguma AMIP é muito significativamente superior à das pessoas com ensino universitário. Estes resultados podem ser explicados porque existe uma maior prevalência de pessoas mais velhas sem ensino universitário (valor da correlação de Pearson de $-0,382$; $p < 0,01$), o que significa que esta prevalência de respostas positivas está relacionada com a idade e não com o nível de escolaridade. A percentagem de pessoas com rendimento que conhece alguma AMIP é significativamente superior à das pessoas sem rendimento. Existem diferenças muito significativas dentro das classes de rendimento, destacando-se a classe de rendimento $<500\text{€}$ com menor percentagem de pessoas que conhecem alguma AMIP. Esta diferença pode estar relacionada com o maior acesso a recursos por parte das pessoas com mais rendimento (por exemplo transportes e cultura), o que lhes facilita o acesso aos espaços verdes da cidade do Porto.

De forma geral existe uma maior percentagem de pessoas que diz conhecer alguma AMIP (questão 2), do que de pessoas que referem saber o que são (questão 1). Uma das possíveis razões para isso é o facto de as pessoas estarem familiarizadas com as AMIP apresentadas nas fotografias mas desconhecem a sua definição.

Relativamente à questão colocada aos inquiridos sobre se estariam dispostos a pagar para a valorização das AMIP, à exceção das pessoas com mais de 64 anos (43%) e das pessoas com um rendimento $<500\text{€}$ (47%), todas as restantes dizem preferencialmente estar dispostas a pagar para a valorização das AMIP (percentagem geral de respostas “sim” de 61%), havendo apenas diferenças significativas entre classes etárias. Uma das justificações para estes resultados prende-se com o facto de as pessoas mais velhas terem uma cultura diferente (nasceram numa época em que não se atribuía a devida importância ao meio ambiente e às árvores, para além de possivelmente poderem considerar que quem deve suportar a valorização das AMIP é o estado). A menor disposição a pagar na classe de rendimento $<500\text{€}$ vai de encontro ao que seria expectável, num grupo de pessoas que aparentemente têm mais dificuldades económicas.

Em relação à frequência de pagamento, não foram observadas diferenças significativas para qualquer variável socioeconómica. No entanto, para as pessoas que

disseram estar dispostas a pagar, independentemente da variável socioeconómica, existe uma predominância de frequência de pagamento de uma vez por ano. Esta predominância poderá estar relacionada com uma vontade de assegurar a continuidade destas árvores a longo prazo.

Relativamente aos valores que as pessoas dizem estar dispostas a pagar, verifica-se que apenas a classe de pessoas com mais de 64 anos e a classe com rendimento >1500€ se dispõem a pagar, predominantemente, >10€. Apesar de não haver uma diferença significativa, existe uma correlação positiva entre ter rendimentos superiores e pagar um valor superior (valor da correlação de Pearson de 0,146, $p < 0,048$). Este resultado é plausível uma vez que as pessoas com maior capacidade monetária estão normalmente mais confortáveis em despendar mais dinheiro.

Para todas as variáveis socioeconómicas, os inquiridos dizem predominantemente não querer alterar as respostas após leitura uma nota informativa apresentada no fim do questionário, que refere que no Porto um plátano monumental com 100 cm de diâmetro de tronco pode armazenar até 240 vezes mais carbono do que um plátano jovem com 10 cm de diâmetro de tronco. Contudo, existem diferenças significativas entre classes etárias (os mais jovens destacam-se pela maior percentagem de respostas afirmativas), entre pessoas com e sem rendimento (a percentagem de pessoas sem rendimento que diz alterar as respostas é significativamente superior à percentagem de pessoas com rendimento), e entre classes de rendimento. Estas diferenças podem ser explicadas por os mais novos estarem normalmente mais recetivos a novas ideias, sendo esta recetividade também promovida por um menor acesso a informação, o que está também associado a pessoas com um menor nível de rendimento.

4.1.2. Desserviços

A grande maioria dos inquiridos não indica qualquer prejuízo associados às AMIP (apenas 12% apontam prejuízos), sendo os principais aspetos negativos apontados a queda de ramos, danos na calçada/estrada, danos humanos, obstáculo e risco de alergias. Prejuízos como danos na calçada/estrada e obstáculo estão frequentemente relacionados com árvores de arruamento, e na generalidade dos casos não se aplicam às AMIP, pois estas encontram-se predominantemente em parques. As alergias, principal prejuízo associado pelos habitantes do Porto às árvores urbanas

(Graça et al., 2018), acabam por também aqui ser mencionadas, possivelmente reflexo desta perceção acerca das arvores em geral e não por uma associação às AMIP em particular.

4.1.3. Síntese dos resultados

Este questionário demonstra que as pessoas têm uma visão de longo prazo face às AMIP, atribuindo o mais elevado grau de importância ao valor de existência e mostrando-se disponíveis financeiramente para assegurar a continuidade destas árvores, sendo esta disponibilidade mais influenciada por razões culturais que financeiras.

Os mais jovens são os que menos valorizam os benefícios das AMIP, demonstrando também pouco conhecimento e um menor contacto com estas árvores. Contudo, são os jovens que parecem estar mais recetivos para aumentar o conhecimento sobre esta temática.

4.2. Projeto i-Tree Eco

Nesta secção referente aos resultados do i-Tree Eco são primeiro apresentados os resultados relativos às características estruturais das árvores (em particular a proporção de espécies e respetiva quantidade de espécimes, área foliar, biomassa foliar, peso seco de biomassa), pois são estas características que determinam o menor ou maior fornecimento de SE. Na segunda parte da secção, são apresentados os resultados referentes aos SE, em quantidade e valor monetário, e a um desserviço (em quantidade).

4.2.1. Estrutura das AMIP

Existem no total 354 AMIP na cidade do Porto, embora tenham sido consideradas 357 para efeitos de quantificação dos SE².

O *Metrosideros excelsa* é a espécie de AMIP mais comum, seguido da *Camellia japonica* e da *Phoenix canariensis*. Relativamente à área foliar da amostra de AIMP estudada e que compreende um total de 12,75 ha, as espécies que mais contribuem (cerca de 50%) para aquela são o *Metrosideros excelsa* (2,73 ha), o *Platanus x acerifolia* (2,01 ha) e o *Liriodendron tulipifera* (2,00 ha), apesar de esta última ser somente a 7ª espécie mais numerosa. No que se refere à biomassa foliar é a *Araucaria heterophylla* a espécie com maior contributo para o total, contudo, relativamente ao peso seco de biomassa (que inclui também troncos e raízes), o *Metrosideros excelsa* é indubitavelmente a espécie com maior quantidade. Das espécies mais representativas, a espécie com menor condição da copa é a *Phoenix canariensis* (Tabela 12).

Tabela 12 - Lista das espécies de árvores monumentais de interesse público da cidade do Porto, ordenadas por ordem decrescente de número de árvores, e respetiva área foliar, peso de biomassa foliar, peso seco de biomassa e condição média. O parâmetro condição média reflete a saúde da copa (variável entre 100% - excelente e 0% - morta), sendo calculado com base na % de mortalidade da copa. Entre parênteses foram colocadas as unidades correspondentes de cada parâmetro.

Espécies	Árvores (nº)	Área foliar (ha)	Biomassa foliar (t)	Peso seco de biomassa (t)	Condição média (%)
<i>Metrosideros excelsa</i>	87	2,73	2,04	574,23	76
<i>Camellia japonica</i>	79	0,45	0,33	27,33	87
<i>Phoenix canariensis</i>	62	1,21	2,03	9,46	63
<i>Platanus x acerifolia</i>	39	2,01	0,92	384,52	76
<i>Araucaria heterophylla</i>	29	1,43	2,23	60,59	90
<i>Magnolia grandiflora</i>	25	1,23	1,66	151,85	88
<i>Liriodendron tulipifera</i>	11	2,00	1,18	95,15	85
<i>Washingtonia robusta</i>	7	0,03	0,05	4,41	95
<i>Washingtonia filifera</i>	4	0,02	0,03	1,01	87
<i>Cedrus atlantica</i>	2	0,15	0,23	10,32	83
<i>Cinnamomum camphora</i>	2	0,41	0,28	23,58	95
<i>Aesculus hippocastanum</i>	1	0,16	0,11	7,02	100
<i>Afrocarpus falcatus</i>	1	0,09	0,07	9,64	95
<i>Arbutus xalapensis</i>	1	0,01	0,01	2,60	63
<i>Bischofia javanica</i>	1	0,11	0,20	9,33	100
<i>Cedrus deodara</i>	1	0,14	0,22	4,78	100
<i>Chorisia speciosa</i>	1	0,03	0,03	7,85	83
<i>Eucalyptus diversicolor</i>	1	0,12	0,15	12,12	63
<i>Fagus sylvatica</i>	1	0,16	0,08	15,00	95
<i>Ginkgo biloba</i>	1	0,11	0,05	11,76	83
<i>Taxus baccata</i>	1	0,18	0,28	3,47	95
Total	357	12,75	12,17	1 426,018	79,26

Nota: em alguns casos os números de árvores poderão não coincidir com os valores da secção 4.3. devido às normas do protocolo do i-Tree Eco. De acordo com este protocolo, consideram-se árvores as plantas com um DAP $\geq 2,54$ cm.

² Seguindo as indicações do protocolo do i-Tree Eco, quando duas hastes de uma árvore se separam abaixo do solo, cada haste é considerada uma árvore independente.

A classe de DAP em que se inclui o maior número de AMIP é a classe 64-80 cm que corresponde a 22% das árvores, sendo que mais de metade das AMIP têm mais de 64 cm de DAP. Verifica-se também que a percentagem de AMIP com mais de 144 cm de DAP é de 7% (Figura 10).

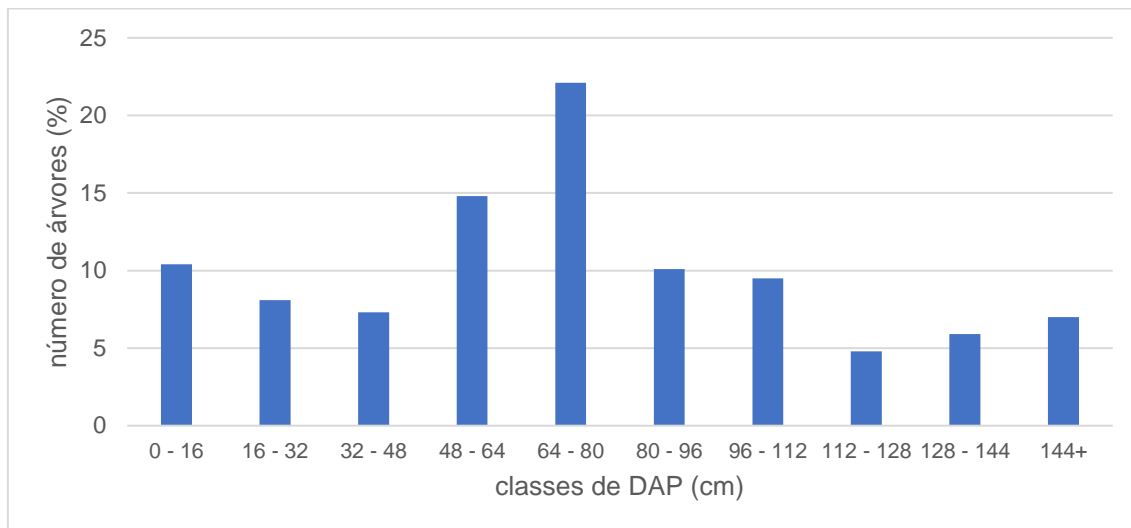


Figura 10 - Percentagem de árvores monumentais de interesse público por classes de diâmetro à altura do-peito (DAP).

Das espécies de AMIP mais representativas, a que possui uma maior percentagem de árvores com um menor diâmetro é a *Camellia japonica*. A espécie que possui uma maior percentagem de árvores com um DAP superior a 144cm é o *Liriodendron tulipifera* (Figura 11).

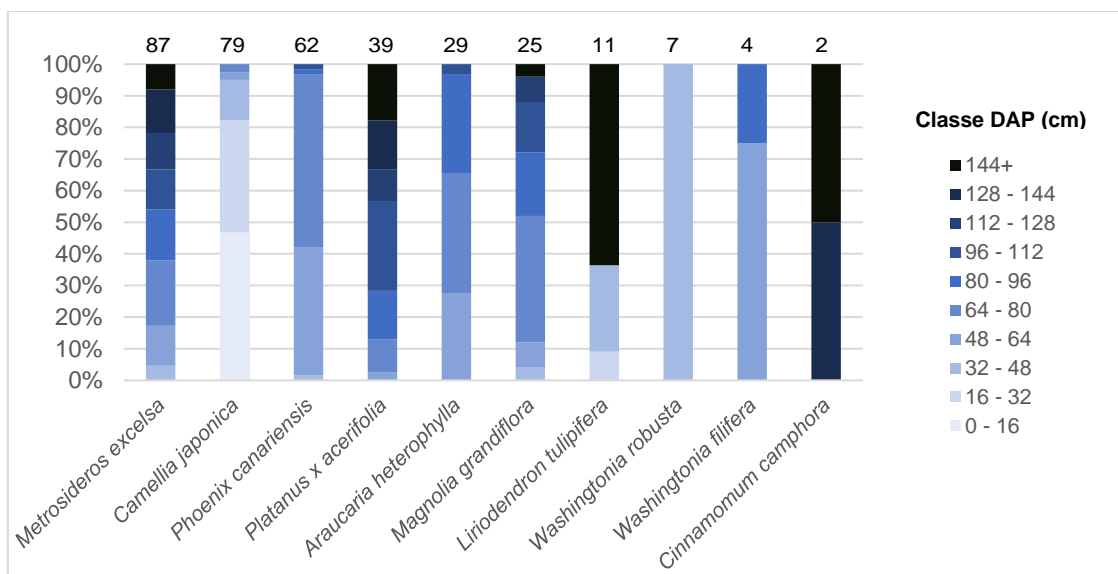


Figura 11 - Distribuição das espécies de árvores monumentais de interesse público mais representativas por classe de DAP (cm). Por cima de cada coluna é apresentado o número de exemplares de cada espécie.

Relativamente aos espécimes com um DAP superior, pertencem às espécies *Liriodendron tulipifera*, *Platanus x acerifolia*, *Eucalyptus diversicolor* e *Cinnamomun camphora* (Tabela 12).

Tabela 13 - Espécimes de AMIP com maiores valores de DAP. ¹ Árvores classificadas de interesse público.

Espécie	Localização	Altura DAP (cm)	DAP (cm)
<i>Liriodendron tulipifera</i> ¹	Casa Tait	2,05	286
<i>Liriodendron tulipifera</i> ¹	Escola Municipal João de Deus	1,3	240
<i>Platanus x acerifolia</i> ¹	Quinta Primo Madeira	1,3	214
<i>Eucalyptus diversicolor</i>	Quinta de Barão de Nova Sintra	1,3	201
<i>Cinnamomun camphora</i>	Sede da CCDR-N	1,3	190
<i>Platanus x acerifolia</i> ¹	Jardim João Chagas	2,25	189
<i>Platanus x acerifolia</i> ¹	Jardim João Chagas	2,67	187
<i>Platanus x acerifolia</i> ¹	Jardim João Chagas	3,2	176
<i>Liriodendron tulipifera</i>	Casa das Artes	1,3	175
<i>Liriodendron tulipifera</i>	Casa Tait	1,3	164

A análise à condição da copa revelou que existem espécimes de AMIP em estado crítico ou a morrer, sendo estes pertencentes às espécies *Phoenix canariensis* e *Camellia japonica*. Existem 8 espécimes de *Phoenix canariensis* e 1 espécime de *Camellia japonica* nestas condições (Figura 12).

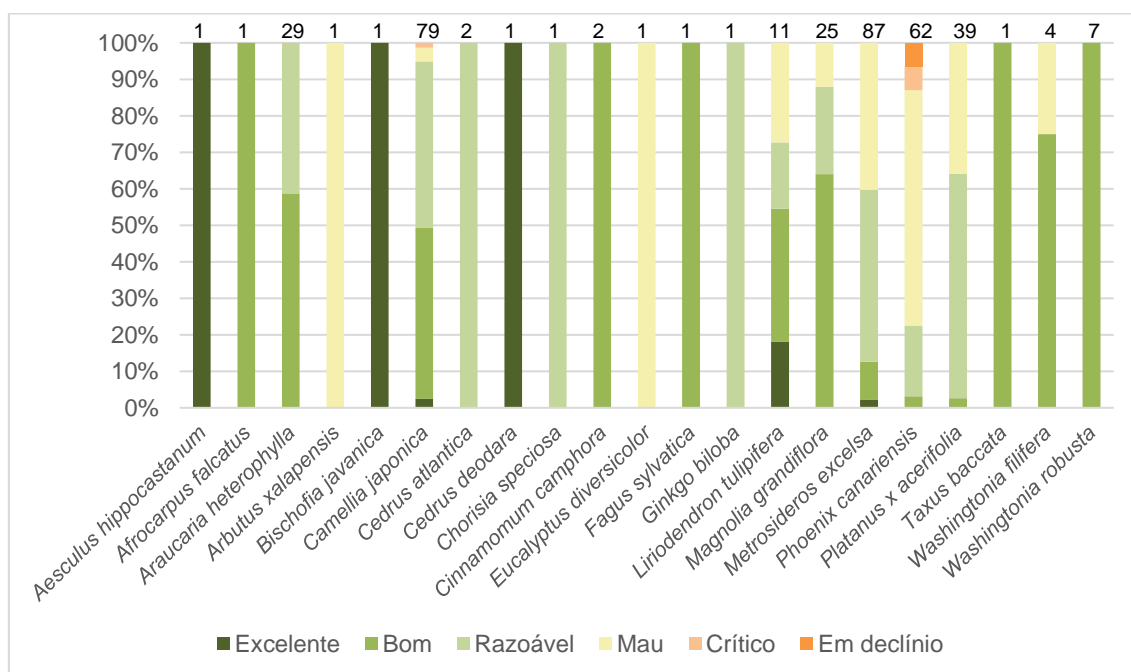


Figura 12 - Condição da copa das AMIP analisadas. Por cima de cada coluna é apresentado o número de exemplares de cada espécie.

4.2.2. Serviços de ecossistema

Segundo as estimativas do i-Tree Eco, as AMIP da cidade do Porto prestam anualmente SE de sequestro de carbono, escoamento pluvial evitado e poluição removida avaliados em 8 849 €, para além de terem armazenado nos seus troncos e ramos um total de 713 toneladas de carbono (avaliado em 68 701 €)³.

A quantidade de carbono armazenado está associada ao peso seco da biomassa das árvores. Assim, as árvores com maior peso seco de biomassa (Tabela 12) são também as que possuem uma maior quantidade de carbono associado (Tabela 14).

As espécies de AMIP que mais contribuem para o carbono armazenado são: *Metrosideros excelsa*, *Platanus x acerifolia* e *Magnolia grandiflora* (78%), que também têm um maior contributo para o sequestro anual de carbono bruto (65%) e que constituem apenas 43% de todas as AMIP (Tabela 14). Contudo, o *Liriodendron tulipifera* (a quarta espécie com maior quantidade de carbono armazenado), ao contrário do que se poderia esperar, não é a quarta espécie com maior quantidade de carbono sequestrado, mas sim a sexta, e a *Camellia japonica*, apesar de ser a sexta espécie com maior quantidade de carbono armazenando, é a quinta espécie com estimativa de nível mais elevado de carbono sequestrado. Estas diferenças podem ser explicadas pela distribuição não uniforme dos espécimes pelas classes de DAP. Dentro das espécies mais representativas, a *Camellia japonica* é a que apresenta maior percentagem de exemplares distribuídos por classes de DAP menor, enquanto que o *Liriodendron tulipifera* é a espécie que possui uma maior percentagem de exemplares em classes de DAP mais elevado. O menor diâmetro arbóreo está associado a menor idade e por isso a uma maior taxa de crescimento, o que permite explicar um maior sequestro de carbono anual (Zeide, 1993).

As AMIP da cidade do Porto intercetaram em 2010 proximadamente 889 m³ de águas pluviais, com uma redução do escoamento de água estimada em 7181 € (precipitação total anual em 2010 de 1608 mm). As espécies de AMIP que mais contribuem para evitar o escoamento de águas pluviais são: *Metrosideros excelsa*, *Platanus x acerifolia*, e *Liriodendron tulipifera* (contribuem em 53% do total de escoamento evitado, e representam cerca de 38% das AMIP; Tabela 14) o que está de acordo com a maior área foliar proporcionada por estas espécies (Tabela 12).

³ Considerou-se o custo unitário de 107,06€/t de carbono armazenado. Van Den Bergh, J. C., and Botzen, W. J. J. N. c. c. (2014). A lower bound to the social cost of CO₂ emissions. 4, 253.

As estimativas do i-Tree indicam que as AMIP removem por ano um total de 260 kg de ozono (O₃), monóxido de carbono (CO), dióxido de azoto (NO₂), partículas de matéria suspensa inferiores a 2.5 microns e de dióxido de enxofre (SO₂), o que corresponde a 933 €. As espécies que mais contribuem para a remoção destes poluentes são: *Metrosideros excelsa*, *Platanus x acerifolia* e *Liriodendron tulipifera* (contribuem em 54%; Tabela 14), o que vai de encontro à maior contribuição destas espécies para a área foliar (Tabela 12).

Tabela 14 - Resumo dos SE prestados pelas espécies de AMIP. As espécies encontram-se ordenadas por ordem decrescente de número de exemplares. Para além do número de árvores é apresentada a quantidade e respetivo valor económico do(a): carbono armazenado, carbono sequestrado, escoamento evitado e poluição removida. Entre parênteses foram colocadas as unidades correspondentes a cada parâmetro. Estimativas obtidas usando o software i-Tree.Eco V6.

Espécies	Árvores	Carbono Armazenado		Carbono Sequestrado		Escoamento Evitado		Poluição Removida	
		nº	T	€	t/ano	€/ano	m³/ano	€/ano	t/ano
<i>Metrosideros excelsa</i>	87	287,12	27 665	3,89	375	190,08	1536	0,06	180
<i>Camellia japonica</i>	79	13,67	1 317	0,60	57	31,03	251	0,01	29
<i>Phoenix canariensis</i>	62	4,73	456	0,06	5	84,13	680	0,02	80
<i>Platanus x acerifolia</i>	39	192,26	18 525	1,39	134	139,89	1131	0,04	132
<i>Araucaria heterophylla</i>	29	30,30	2 919	0,77	74	99,39	803	0,03	94
<i>Magnolia grandiflora</i>	25	75,92	7 315	1,14	110	85,57	692	0,03	81
<i>Liriodendron tulipifera</i>	11	47,57	4 584	0,15	15	139,04	1124	0,04	131
<i>Washingtonia robusta</i>	7	2,20	212	0,03	3	2,24	18	0	2
<i>Washingtonia filifera</i>	4	0,51	49	0,01	1	1,23	10	0	1
<i>Cedrus atlantica</i>	2	5,16	497	0,09	9	10,26	83	0	10
<i>Cinnamomum camphora</i>	2	11,79	1 136	0,04	4	28,53	231	0,01	27
<i>Aesculus hippocastanum</i>	1	3,51	338	0,11	10	10,80	87	0	10
<i>Afrocarpus falcatus</i>	1	4,82	464	0,07	7	6,55	53	0	6
<i>Arbutus xalapensis</i>	1	1,30	125	0,02	2	0,71	6	0	1
<i>Bischofia javanica</i>	1	4,66	449	0,08	8	7,85	63	0	7
<i>Cedrus deodara</i>	1	2,39	230	0,03	3	9,75	79	0	9
<i>Chorisia speciosa</i>	1	3,92	378	0,06	6	2,33	19	0	2
<i>Eucalyptus diversicolor</i>	1	6,06	584	0,01	1	8,30	67	0	8
<i>Fagus sylvatica</i>	1	7,50	723	0,01	1	10,86	88	0	10
<i>Ginkgo biloba</i>	1	5,88	567	0,01	1	7,61	61	0	7
<i>Taxus baccata</i>	1	1,74	167	0,03	2	12,35	100	0	12
Total	357	713,01	68 702	8,60	828	888,51	7181	0,26	840

Dos 260 Kg de poluentes removidos pelas árvores, a grande maioria é de O₃, contudo são as PM2.5 removidas que dão o maior contributo para os 840 € anuais, (Figura 13). Este maior valor económico das PM2.5 está relacionado com a sua particular nocividade para a saúde humana (causam por exemplo doenças respiratórias e cardiovasculares, disfunções reprodutivas e cancro) (Ghorani-Azam et al., 2016).

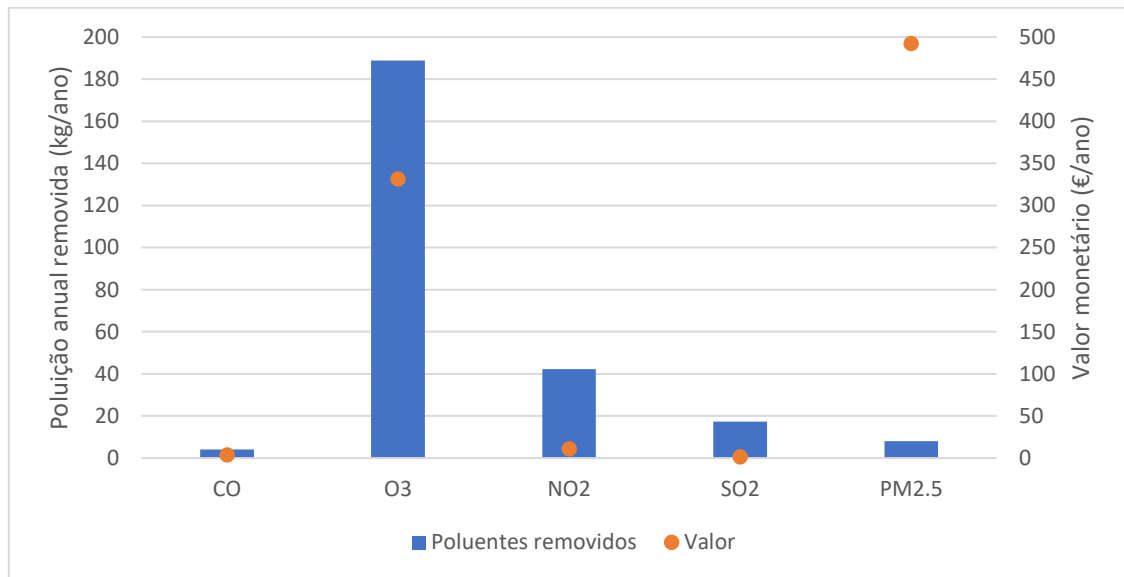


Figura 13 - Poluição anual removida pelas AMIP e respetivo valor monetário. Estimativas obtidas usando o software i-Tree.Eco V6.

De acordo com as estimativas do i-Tree Eco, os espécimes que desempenham um papel de maior relevância na remoção dos poluentes atmosféricos são: *Liriodendron tulipifera* da Casa das Artes, *Platanus x acerifolia* da Quinta Primo Madeira e *Cinnamomum camphora* da Sede da CCDR-N (Tabela 15), representando 6,8% do total removido.

Tabela 15 - Espécimes de árvores monumentais de interesse público do Porto com maior quantidade de gases poluentes removidos (g) e respetivo valor económico (€) para os gases: monóxido de carbono (CO), ozono (O3), dióxido de azoto (NO2), dióxido de enxofre (SO2), partículas inferiores a 2.5 microns (PM2.5). A percentagem expressa o contributo de cada espécime para a remoção de poluentes promovida pela totalidade de AMIP. Estimativas obtidas usando o software i-Tree.Eco V6. ¹ Árvores classificadas de interesse público.

Espécie	Poluição Removida (ano)										%
	CO		O3		NO2		SO2		PM2.5		
	g	€	g	€	g	€	g	€	g	€	
<i>Liriodendron tulipifera</i>	116	0,1	5423	9,5	1216	0,3	498	0,0	232	14,1	2,9%
<i>Platanus x acerifolia</i> ¹	89	0,1	4149	7,3	930	0,2	381	0,0	177	10,8	2,2%
<i>Cinnamomum camphora</i>	71	0,1	3321	5,8	744	0,2	305	0,0	142	8,7	1,8%
<i>Platanus x acerifolia</i>	70	0,1	3281	5,8	735	0,2	301	0,0	140	8,6	1,7%
<i>Liriodendron tulipifera</i> ¹	69	0,1	3229	5,7	724	0,2	297	0,0	138	8,4	1,7%
<i>Liriodendron tulipifera</i> ¹	64	0,1	2976	5,2	667	0,2	273	0,0	127	7,8	1,6%
<i>Liriodendron tulipifera</i> ¹	62	0,1	2893	5,1	648	0,2	266	0,0	124	7,5	1,5%
<i>Liriodendron tulipifera</i>	59	0,1	2766	4,9	620	0,2	254	0,0	118	7,2	1,5%
<i>Cinnamomum camphora</i>	59	0,1	2741	4,8	614	0,2	252	0,0	117	7,1	1,5%
<i>Liriodendron tulipifera</i> ¹	57	0,1	2656	4,7	595	0,2	244	0,0	113	6,9	1,4%
Total	4048	3.8	188798	331,5	42316	11,1	17345	1,7	8064	492,1	100,0%

Os espécimes das AMIP que armazenam maior quantidade de carbono são: *Metrosideros excelsa* do Palácio de Cristal, *Liriodendron tulipifera* da Casa das Artes, e

Fagus sylvatica da Casa do Gólgota, contribuindo para 4,2% do total assegurado por todas as AMIP (Tabela 16).

Tabela 16 - Espécimes de árvores monumentais de interesse público do Porto com maior quantidade de carbono armazenado. Estimativas obtidas usando o software i-Tree.Eco V6. ¹ Árvores classificadas de interesse público.

Nome da espécie	Localização	Carbono Armazenado		
		(kg)	(€)	(%)
<i>Metrosideros excelsa</i> ¹	Palácio de Cristal	14377	1385	2,0%
<i>Liriodendron tulipifera</i>	Casa das Artes	7500	723	1,1%
<i>Fagus sylvatica</i>	Casa do Gólgota	7500	723	1,1%
<i>Liriodendron tulipifera</i>	Quinta Burmester	7500	723	1,1%
<i>Liriodendron tulipifera</i>	Casa Tait	7500	723	1,1%
<i>Platanus x acerifolia</i>	Quinta da Macieirinha	7453	718	1,0%
<i>Platanus x acerifolia</i> ¹	Jardim João Chagas	7406	714	1,0%
<i>Platanus x acerifolia</i> ¹	Jardim João Chagas	7342	707	1,0%
<i>Platanus x acerifolia</i> ¹	Jardim João Chagas	7334	707	1,0%
<i>Magnolia grandiflora</i>	Casa Tait	7320	705	1,0%
Total		713009	68702	100,0%

Relativamente ao sequestro anual de carbono, os espécimes que dão um maior contributo são: *Aesculus hippocastanum* da Quinta Burmester, um dos *Metrosideros excelsa* do Jardim do Homem do Leme e um dos *Metrosideros excelsa* do Jardim do Passeio Alegre, representando 3,4% do total de carbono sequestrado anualmente (Tabela 17).

Tabela 17 - Espécimes de árvores monumentais de interesse público do Porto com maior quantidade de carbono sequestrado anualmente. Estimativas obtidas usando o software i-Tree.Eco V6. ¹ Árvores classificadas de interesse público.

Nome da espécie	Localização	Carbono sequestrado		
		(kg)	(€)	(%)
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Quinta Burmester	109	10	1,3%
<i>Metrosideros excelsa</i> ¹	Jardim do Homem do Leme	92	9	1,1%
<i>Metrosideros excelsa</i> ¹	Jardim do Passeio Alegre	86	8	1,0%
<i>Metrosideros excelsa</i> ¹	Jardim da Av. de Montevidéu	86	8	1,0%
<i>Metrosideros excelsa</i> ¹	Jardim da Av. de Montevidéu	84	8	1,0%
<i>Metrosideros excelsa</i> ¹	Jardim da Av. de Montevidéu	84	8	1,0%
<i>Metrosideros excelsa</i> ¹	Jardim do Homem do Leme	82	8	1,0%
<i>Metrosideros excelsa</i> ¹	Jardim da Av. de Montevidéu	80	8	0,9%
<i>Bischofia javanica</i>	Jardim Botânico do Porto	79	8	0,9%
<i>Metrosideros excelsa</i> ¹	Jardim do Homem do Leme	76	7	0,9%
Total		8596	828	100,0%

Relativamente ao escoamento evitado, os espécimes que assumem uma maior relevância são: *Metrosideros excelsa* do Palácio de Cristal, *Liriodendron tulipifera* da Casa das Artes, e *Platanus x acerifolia* da Quinta Primo Madeira, contribuindo para 10% do total evitado (Tabela 18).

Tabela 18 - Espécimes de árvores monumentais de interesse público do Porto com maior quantidade de águas pluviais intercetadas e consequente escoamento evitado. Estimativas obtidas usando o software i-Tree.Eco V6. ¹ Árvores classificadas de interesse público.

Nome da espécie	Localização	Escoamento evitado		
		(m³)	(€)	%
<i>Metrosideros excelsa</i> ¹	Palácio de Cristal	45	364	5%
<i>Liriodendron tulipifera</i>	Casa das Artes	26	206	3%
<i>Platanus x acerifolia</i>	Quinta Primo Madeira	20	158	2%
<i>Cinnamomum camphora</i>	Sede da CCDR-N	16	126	2%
<i>Platanus x acerifolia</i>	Quinta da Macieirinha	15	125	2%
<i>Liriodendron tulipifera</i> ¹	Praça de Pedro Nunes	15	123	2%
<i>Liriodendron tulipifera</i> ¹	Praça de Pedro Nunes	14	113	2%
<i>Liriodendron tulipifera</i> ¹	Praça de Pedro Nunes	14	110	2%
<i>Liriodendron tulipifera</i>	Quinta Burmester	13	105	1%
<i>Cinnamomum camphora</i>	Via Pan. Edgar Cardoso	13	104	1%
Total		889	7181	100%

Verifica-se que os 10 espécimes com maior quantidade de SE produzidos nem sempre é constituído maioritariamente por árvores já classificadas. Apenas no caso do carbono sequestrado se verificou essa tendência.

4.2.3. Desserviços

Segundo as estimativas do i-Tree Eco, as AMIP emitem atualmente 95 Kg de COVs (compostos orgânicos voláteis biogénicos) por ano. Devido à sua maior representatividade, o *Metrosideros excelsa* é a espécie que produz uma maior quantidade de emissões. Contudo, existem diferenças entre espécies, como é possível verificar na Tabela 19. O *Eucalyptus diversicolor* é, dentro do conjunto de árvores analisado, a espécie com maiores emissões de COVs, mas que por apenas possuir um exemplar acaba por não ter uma grande representatividade nas AMIP.

Quando comparadas as principais espécies emissoras de COVs da cidade do Porto (Graça, 2018) com as espécies de AMIP, verifica-se que o conjunto das AMIP é constituído por espécies de baixas emissões de COVs (a razão COVs/Biomassa foliar em kg de *Quercus* spp. é de 0,067).

Tabela 19 - Lista das espécies de árvores monumentais de interesse público do Porto ordenadas por ordem decrescente de emissões anuais de COVs (kg) por biomassa foliar (kg). Na segunda coluna são apresentados os quilogramas de área foliar correspondente a cada espécie e na terceira coluna a respetiva razão de emissões de COVs por quilograma de biomassa foliar. Estimativas obtidas usando o software i-Tree.Eco V6.

Nome das espécies	COVs (kg/ano)	COVs / Biomassa foliar (Kg/Kg)
<i>Eucalyptus diversicolor</i>	6,6	0,043
<i>Platanus x acerifolia</i>	14,2	0,015
<i>Metrosideros excelsa</i>	31,1	0,015
<i>Magnolia grandiflora</i>	14,5	0,009
<i>Washingtonia robusta</i>	0,4	0,008
<i>Washingtonia filifera</i>	0,2	0,007
<i>Phoenix canariensis</i>	13,8	0,007
<i>Ginkgo biloba</i>	0,3	0,006
<i>Cedrus atlantica</i>	1,1	0,005
<i>Cedrus deodara</i>	1,0	0,005
<i>Araucaria heterophylla</i>	9,8	0,004
<i>Taxus baccata</i>	1,2	0,004
<i>Fagus sylvatica</i>	0,1	0,001
<i>Liriodendron tulipifera</i>	0,6	0,001
<i>Bischofia javanica</i>	0,1	0,000
<i>Aesculus hippocastanum</i>	0,0	0,000
<i>Afrocarpus falcatus</i>	0,0	0,000
<i>Arbutus xalapensis</i>	0,0	0,000
<i>Camellia japonica</i>	0,0	0,000
<i>Chorisia speciosa</i>	0,0	0,000
<i>Cinnamomum camphora</i>	0,0	0,000
Total	95,0	0,008

4.2.4. Síntese dos resultados

Neste capítulo é realizada uma síntese dos resultados mais relevantes tendo por base as estimativas obtidas com o i-Tree Eco.

Tabela 20 - Tabela resumo dos resultados mais relevantes do projeto i-Tree Eco.

	Quantidade	Valor
Área da cidade do Porto coberta pelas AMIP	4 ha	----
Árvores com DAP superior a 144 cm	7 %	---
Poluição removida	261 kg/ano	840 €/ano
Carbono armazenado	713 t	68 702 €
Carbono sequestrado	9 t	828 €/ano
Escoamento evitado	889 m3/ano	7 181 €/ano
Emissões de COVs	95 kg/ano	----

As espécies que mais contribuem para o carbono armazenado e sequestrado são o *Metrosideros excelsa*, o *Platanus x acerifolia* e a *Magnolia grandiflora*.

As espécies que mais contribuem para evitar o escoamento de águas pluviais e para a remoção de poluentes são: *Metrosideros excelsa*, *Platanus x acerifolia*, e *Liriodendron tulipifera*.

As AMIP contribuem de forma significativa para os serviços prestados pelas árvores da cidade do Porto, apesar da sua baixa representatividade na floresta urbana deste município (Tabela 22). Importa referir que os resultados da tabela 22 têm algumas limitações pois os dados apresentados em Graça (2018) foram obtidos utilizando a versão 5.1 do i-Tree, que utiliza formulas de cálculo ligeiramente diferentes, e que não foi possível utilizar para este trabalho.

Tabela 21 - Comparação entre os serviços de ecossistema produzidos pelas 357 árvores monumentais de interesse público da cidade do Porto, e pelas 281000 árvores da cidade do Porto (de acordo com estimativas apresentadas em Graça, 2018). É apresentada a razão dos serviços das árvores monumentais de interesse público sobre os serviços das árvores da cidade do Porto.

	Árvores (nº)	Carbono Armazenado (t)	Carbono Sequestrado (t/ano)	Escoamento Evitado (m³/ano)	Poluição Removida (t/ano)
AMIP	357	713,00	8,60	888,51	0,26
Floresta urbana do Porto	281000	33100	1500	38800	64000
AM/Floresta urbana do Porto	0,1%	2,2%	0,6%	2,3%	0,0%

4.3. Recomendações para a valorização das AMIP

A fração mais jovem da população, por ser aquela que demonstrou valorizar menos as AMIP, menor conhecimento e contacto com este tipo de árvores, e uma maior recetividade para alteração de perceções com base em novos conhecimentos, revela um grande potencial para atividades de sensibilização e promoção de uma maior consciência da importância das AMIP para a melhoria da qualidade de vida urbana.

Os resultados do i-Tree revelaram que os espécimes que contribuem de forma mais considerável para a prestação de serviços de regulação nem sempre são os que já possuem classificação de interesse público (caso do *Liriodendron tulipifera* da Casa das Artes, do *Fagus sylvatica* da Casa do Gólgota, do *Platanus x acerifolia* da Quinta Primo Madeira ou do *Cinnamomum camphora* da Sede da CCDR-N), sendo por isso extremamente importante assegurar a classificação destes espécimes.

Seria também interessante que a população do Porto fosse sensibilizada para a importância de alguns espécimes em particular (*Liriodendron tulipifera* da Casa das Artes, o *Metrosideros excelsa* do Palácio de Cristal, os *Liriodendron tulipifera* e a *Magnolia grandiflora* da Casa Tait, a *Bischofia javanica* do Jardim Botânico do Porto, o *Platanus x acerifolia* da Quinta da Macieirinha, os *Liriodendron tulipifera* da Praça de Pedro Nunes, a *Cinnamomum camphora* da Via Panorâmica Edgar Cardoso e os *Platanus x acerifolia* do Jardim João Chagas), devido à sua grande contribuição para o fornecimento de SE e pelo seu fácil acesso, pois não são de domínio privado.

O facto de as AMIP terem uma contribuição muito significativa para os serviços de regulação quando comparadas com as árvores da cidade do Porto em geral, aliado ao seu baixo custo de manutenção, é indicativo de que deverão ser promovidas estratégias de planeamento que criem condições para que as árvores atinjam o máximo do seu porte potencial.

Sendo o Porto uma cidade que sofreu uma inevitável diminuição e fragmentação das áreas verdes durante o sec. XX e prosseguiu sem uma estratégia de planeamento consistente (Madureira et al., 2011), as AM deveriam constituir elementos chave do sistema de planeamento urbano para um desenvolvimento sustentável da cidade do Porto.

Para além disso a conservação de AM permite aumentar a diversidade de espécies vegetais dos espaços verdes que de acordo com Madureira et al. (2018) é umas das características mais valorizadas pelos habitantes da cidade do Porto nos espaços verdes públicos.

Conclusão

As árvores monumentais de interesse público da cidade do Porto representam 0,1 % do número total das árvores urbanas da cidade, fornecendo anualmente serviços avaliados em 8 850 € e armazenando na sua estrutura carbono no valor de 68 702€ (o correspondente a 2,2% de todo o carbono armazenado por todas as árvores da cidade do Porto).

Os habitantes do Porto querem de facto preservar as AMIP, estando disponíveis financeiramente para assegurar a sua continuidade (mais por razões culturais que financeiras).

Numa altura em que há uma preocupação crescente com a mitigação do impacto dos cenários das alterações climáticas e em que a humanidade vive num ecossistema urbano cada vez mais artificial, as AMIP surgem como elementos chave no meio urbano para amenizar os efeitos negativos provocados pela ação antrópica, e para a consciencialização da importância da preservação da natureza, em especial das árvores.

Os mais jovens, pela sua maior receptividade a novas informações e pelo seu menor conhecimento, constituem um público alvo para iniciativas de sensibilização ambiental. A importância e o valor não percebido destas AMIP têm de ser comunicados aos cidadãos, para que estes sejam elementos ativos na proteção e valorização destes monumentos vivos.

Este trabalho demonstrou que as AMIP têm um retorno financeiro a longo prazo, constituindo elementos com um relevante impacto no bem-estar dos habitantes da cidade do Porto, devendo ser promovidas práticas de planeamento e gestão que assegurem a longevidade das árvores no ecossistema urbano.

Para além disso, desvalorizar estes elementos é desvalorizar monumentos vivos que só tornam a cidade do Porto ainda mais única. Num momento em que o Porto tanto investe na sua imagem para atrair turistas, as AMIP não podem ser negligenciadas.

Apesar do evidente esforço que a câmara do Porto tem feito para a classificação de AM, existe ainda muito que pode ser feito para a proteção destas árvores. Com o aumento da procura imobiliária, e consequente destruição de AMIP em terrenos privados (foi recentemente destruído o jardim centenário do antigo Cinema Trindade

para a construção de um hotel), não está na altura de a Câmara do Porto intervir, salvaguardando o interesse dos cidadãos?

Referências

- AB, H. S. (2007). Users Guide Vertex IV and Transponder T3.
- Abendroth, S., Kowarik, I., Müller, N., and von der Lippe, M. (2012). The green colonial heritage: Woody plants in parks of Bandung, Indonesia. *Landscape and Urban Planning* **106**, 12-22.
- Altieri, M. A., Companioni, N., Cañizares, K., Murphy, C., Rosset, P., Bourque, M., and Nicholls, C. I. (1999). The greening of the "barrios": Urban agriculture for food security in Cuba. *Agriculture and human values* **16**, 131-140.
- Andersson, E., Barthel, S., and Ahrné, K. (2007). Measuring social–ecological dynamics behind the generation of ecosystem services. *Ecological applications* **17**, 1267-1278.
- Arbres Remarquables (2019). Le label "Arbre Remarquable de France". Consultado em: 25 de abril 2019. Disponível em: <https://www.arbres.org/label-national.htm>.
- Arrow, K., Solow, R., Portney, P. R., Leamer, E. E., Radner, R., and Schuman, H. (1993). Report of the NOAA panel on contingent valuation. *Federal register* **58**, 4601-4614.
- Aylor, D. (1972). Noise reduction by vegetation and ground. *The Journal of the Acoustical Society of America* **51**, 197-205.
- Becker, N., and Freeman, S. (2009). The economic value of old growth trees in Israel. *Forest Policy and Economics* **11**, 608-615.
- Beddoo, R., Costanza, R., Farley, J., Garza, E., Kent, J., Kubiszewski, I., Martinez, L., McCowen, T., Murphy, K., and Myers, N. (2009). Overcoming systemic roadblocks to sustainability: The evolutionary redesign of worldviews, institutions, and technologies. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **106**, 2483-2489.
- Bertram, D. (2007). Likert scales. **2**, 2013.
- Blair, R. B. (1996). Land use and avian species diversity along an urban gradient. *Ecological applications* **6**, 506-519.
- Blair, R. B., and Launer, A. E. (1997). Butterfly diversity and human land use: Species assemblages along an urban gradient. *Biological conservation* **80**, 113-125.
- Blicharska, M., and MIKUSIŃSKI, G. J. C. B. (2014). Incorporating social and cultural significance of large old trees in conservation policy. **28**, 1558-1567.
- Bolund, P., and Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics* **29**, 293-301.
- Carreiro, M. M., Song, Y.-C., and Wu, J. (2007). "Ecology, planning, and management of urban forests: International perspective," Springer Science & Business Media.
- Carson, R. (1962). Silent Spring Houghton Mifflin Co. *Boston, MA*.
- Center for Heritage & Society (2017). Heritage Trees: International Legislation, Research and Registries. Consultado em: 25 de abril 2019. Disponível em: <http://blogs.umass.edu/infochs/2017/04/07/heritage-trees-international-research-and-registries/>.
- Chaparro, L., and Terradas, J. (2009). Ecological services of urban forest in Barcelona. *Institut Municipal de Parcs i Jardins Ajuntament de Barcelona, Àrea de Medi Ambient*.
- Chen, W. Y. (2015). Public willingness-to-pay for conserving urban heritage trees in Guangzhou, south China. *Urban Forestry & Urban Greening* **14**, 796-805.
- Chen, W. Y., and Hua, J. (2017). Heterogeneity in resident perceptions of a bio-cultural heritage in Hong Kong: A latent class factor analysis. *Ecosystem services* **24**, 170-179.

- Cheung, L. T., and Hui, D. L. (2018). Influence of residents' place attachment on heritage forest conservation awareness in a peri-urban area of Guangzhou, China. *Urban Forestry & Urban Greening* **33**, 37-45.
- Chiesura, A. (2004). The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and urban planning* **68**, 129-138.
- CICES (2019a). Structure of CICES. Consultado em: 7 março 2019. Disponível em: <https://cices.eu/cices-structure/>.
- CICES (2019b). Supporting Services & Functions. Consultado em: 7 março 2019. Disponível em: <https://cices.eu/supporting-functions/>
- Costanza, R. (1991). Ecological economics: a research agenda. *Structural Change and Economic Dynamics* **2**, 335-357.
- Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., and Paruelo, J. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *nature* **387**, 253.
- Costanza, R., de Groot, R., Braat, L., Kubiszewski, I., Fioramonti, L., Sutton, P., Farber, S., and Grasso, M. (2017). Twenty years of ecosystem services: how far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services* **28**, 1-16.
- Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., Van der Ploeg, S., Anderson, S. J., Kubiszewski, I., Farber, S., and Turner, R. K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global environmental change* **26**, 152-158.
- Costanza, R., Wilson, M. A., Troy, A., Voinov, A., Liu, S., and D'Agostino, J. (2006). The value of New Jersey's ecosystem services and natural capital.
- Danielsen, F., Sørensen, M. K., Olwig, M. F., Selvam, V., Parish, F., Burgess, N. D., Hiraishi, T., Karunakaran, V. M., Rasmussen, M. S., and Hansen, L. B. (2005). The Asian tsunami: a protective role for coastal vegetation. *Science* **310**, 643-643.
- Dec. Lei n.º 53/2012 de 5 de setembro Diário da República n.º 172/2012, Série I.
- Dunlap, R. E. (2016). Environmental problems. *The Blackwell Encyclopedia of Sociology*, 1-4.
- Ehrlich, P., and Ehrlich, A. (1981). Extinction: the causes and consequences of the disappearance of species.
- Ehrlich, P. R. (1968). "The population bomb: Population control or race to oblivion?."
- Farina, A., and Canini, L. (2017). Alberi Monumentali D'Italia. (f. e. d. t. Ministero delle politiche agricole alimentari, ed.).
- Gálvez, M. V. (2018). Estado actual en la legislación autonómica de los árboles singulares: del concepto a la protección. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 61-76.
- Ghorani-Azam, A., Riahi-Zanjani, B., and Balali-Mood, M. J. J. o. r. i. m. s. t. o. j. o. I. U. o. M. S. (2016). Effects of air pollution on human health and practical measures for prevention in Iran. **21**.
- Gómez-Baggethun, E., and Barton, D. N. (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics* **86**, 235-245.
- Gómez-Baggethun, E., De Groot, R., Lomas, P. L., and Montes, C. (2010). The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes. *Ecological economics* **69**, 1209-1218.
- Graça, M. (2018). Performance of urban green areas in ecosystem services proficiency: a case study in Porto, Porto, Faculty of Sciences of the University of Porto
- Graça, M., Queirós, C., Farinha-Marques, P., and Cunha, M. (2018). Street trees as cultural elements in the city: Understanding how perception affects ecosystem services management in Porto, Portugal. *Urban Forestry & Urban Greening* **30**, 194-205.
- Green, T. (2002). Arborists should have a central role in educating the public about veteran trees. *Arboricultural Journal* **26**, 239-248.
- Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X., and Briggs, J. M. J. s. (2008). Global change and the ecology of cities. **319**, 756-760.

- Groffman, P. M., Boulware, N. J., Zipperer, W. C., Pouyat, R. V., Band, L. E., Colosimo, M. F. J. E. s., and technology (2002). Soil nitrogen cycle processes in urban riparian zones. **36**, 4547-4552.
- Haase, D., Larondelle, N., Andersson, E., Artmann, M., Borgström, S., Breuste, J., Gomez-Baggethun, E., Gren, Å., Hamstead, Z., Hansen, R., Kabisch, N., Kremer, P., Langemeyer, J., Rall, E. L., McPhearson, T., Pauleit, S., Qureshi, S., Schwarz, N., Voigt, A., Wurster, D., and Elmqvist, T. (2014). A Quantitative Review of Urban Ecosystem Service Assessments: Concepts, Models, and Implementation. *AMBIO* **43**, 413-433.
- Haines-Young, R., and Potschin, M. (2010). The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. *Ecosystem Ecology: a new synthesis* **1**, 110-139.
- Haines-Young, R., and Potschin, M. (2014). Typology/classification of ecosystem services. *OpenNESS Ecosystem Services Reference Book/Eds. Potschin M., Jax K*, 1-8.
- Haines-Young, R., Potschin, M., and Fish, R. (2012). Classifying Ecosystem Services. Ecosystems Knowledge Network Briefing Paper No1.
- Haines-Young, R., and Potschin, M. B. (2018). Common international classification of ecosystem services (CICES) V5. 1 and guidance on the application of the revised structure. *European Environment Agency (EEA)*.
- Harrison, P. A., Dunford, R., Barton, D. N., Kelemen, E., Martín-López, B., Norton, L., Termansen, M., Saarikoski, H., Hendriks, K., and Gómez-Baggethun, E. J. E. s. (2018). Selecting methods for ecosystem service assessment: A decision tree approach. **29**, 481-498.
- ICNF (2019). Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas. Árvores Monumentais de Portugal. Consultado em 25 de junho de 2019. Disponível em: <http://www2.icnf.pt>.
- IM (2011). "Iberian Climate Atlas - Air Temperature and Precipitation (1971-2000). Instituto de Meteorologia."
- INE (2011). Censos 2011. Instituto Nacional de Estatística. Consultado em 15 de junho de 2019. Disponível em: <https://www.ine.pt>.
- INE (2018). Instituto Nacional de Estatística. Consultado em 20 de dezembro de 2018. Disponível em: <https://www.ine.pt>.
- Ishii, M. (1994). Measurement of road traffic noise reduced by the employment of low physical barriers and potted vegetation. In "INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings", Vol. 1994, pp. 595-598. Institute of Noise Control Engineering.
- Jansson, Å. (2013). Reaching for a sustainable, resilient urban future using the lens of ecosystem services. **86**, 285-291.
- Jim, C. Y. (2006). Formulaic expert method to integrate evaluation and valuation of heritage trees in compact city. *Environmental monitoring and assessment* **116**, 53-80.
- Jim, C. Y., and Liu, H. (2000). Statutory measures for the protection and enhancement of the urban forest in Guangzhou City, China. *Forestry* **73**, 311-329.
- Jim, C. Y., and Zhang, H. (2013). Species diversity and spatial differentiation of old-valuable trees in urban Hong Kong. *Urban Forestry & Urban Greening* **12**, 171-182.
- Kaub, R. (2000). "Gartenrecht für jedermann. Rechtsprobleme rund um Garten und Grundstück. ", BLV-Verlag, Munich.
- Kragh, J. (1981). Road traffic noise attenuation by belts of trees. *Journal of Sound and Vibration* **74**, 235-241.
- Lead, C., de Groot, R., Fisher, B., Christie, M., Aronson, J., Braat, L., Gowdy, J., Haines-Young, R., Maltby, E., and Neuville, A. (2010). Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation.
- Ma, S., and Wang, R. S. J. A. e. s. (1984). Social-economic-natural complex ecosystem. **4**, 1-9.

- Machlis, G. E., Force, J. E., Burch Jr, W. R. J. S., and Resources, N. (1997). The human ecosystem part I: the human ecosystem as an organizing concept in ecosystem management. **10**, 347-367.
- Madureira, H., Andresen, T., Monteiro, A. J. U. F., and Greening, U. (2011). Green structure and planning evolution in Porto. **10**, 141-149.
- Madureira, H., Nunes, F., Oliveira, J., and Madureira, T. J. E. (2018). Preferences for urban green space characteristics: A comparative study in three Portuguese cities. **5**, 23.
- McPherson, E. G. (1998). Atmospheric carbon dioxide reduction by Sacramento's urban forest. *Journal of Arboriculture* **24**, 215-223.
- MEA (2005). "Ecosystems and Human Well-being: Synthesis."
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., and Randers, J. B. (1972). *The Limits to Growth: A report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. New York: Universe Books.
- National Trusts (2015). *Significant Tree Protection: Understanding Significance & The Law*. (N. T. o. Australia, ed.).
- Norman, G. (2010). Likert scales, levels of measurement and the "laws" of statistics. **15**, 625-632.
- Nowak, D. J. (1994). Atmospheric carbon dioxide reduction by Chicago's urban forest. *Chicago's urban forest ecosystem: results of the Chicago Urban Forest Climate Project. Gen. Tech. Rep. NE-186. Radnor, PA: US Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station*, 83-94.
- Nowak, D. J., Hirabayashi, S., Bodine, A., and Greenfield, E. J. E. p. (2014). Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. **193**, 119-129.
- Pascual, U., Muradian, R., Brander, L., Gómez-Baggethun, E., Martín-López, B., Verma, M., Armsworth, P., Christie, M., Cornelissen, H., and Eppink, F. (2010). The economics of valuing ecosystem services and biodiversity.
- Pereira, H. M., Domingos, T., Vicente, L., and Proença, V. (2009). "Ecossistemas e bem-estar humano: avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment," Fundação da Faculdade de Ciências da U. L. e Escolar Editora, 2009.
- Pickett, S. T., Burch, W. R., Dalton, S. E., and Foresman, T. W. J. U. E. (1997). Integrated urban ecosystem research. **1**, 183-184.
- Pickett, S. T., and Grove, J. J. U. E. (2009). Urban ecosystems: What would Tansley do? **12**, 1-8.
- PORDATA (2018a). População residente. Consultado em: 12 de junho de 2019. Disponível em: <https://www.pordata.pt>.
- PORDATA (2018b). Superfície. Consultado em 12 de junho de 2019. Disponível em: <https://www.pordata.pt>.
- Sandbrook, C., and Burgess, N. D. (2015). Biodiversity and ecosystem services: not all positive.
- Sander, H., Elliku, J., Läänelaid, A., Reisner, V., Reisner, Ü., Rohtla, M., and Šestakov, M. (2003). Urban trees of Tallinn, Estonia. In "Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. Biology. Ecology", Vol. 52, pp. 437-452.
- Sander, H., Polasky, S., and Haight, R. G. (2010). The value of urban tree cover: A hedonic property price model in Ramsey and Dakota Counties, Minnesota, USA. *Ecological Economics* **69**, 1646-1656.
- Service, U. F. (2019). "i-Tree Eco Users Manual".
- Shapiro, J., and Báldi, A. (2014). Accurate accounting: how to balance ecosystem services and disservices. *Ecosystem Services* **7**, 201-202.
- Sida (2016). "Urban Development, Biodiversity and Ecosystems." Swedish International Development Cooperation Agency, Sweden.
- Soares, A. L., Rego, F. C., McPherson, E., Simpson, J., Peper, P., Xiao, Q. J. U. F., and Greening, U. (2011). Benefits and costs of street trees in Lisbon, Portugal. **10**, 69-78.

- Sukhdev, P. (2008). "The economics of ecosystems & biodiversity: an interim report," European Union Commission for the Environment.
- Trzebiatowska, M., and Bruce, S. (2012). "Why are women more religious than men?," Oxford University Press.
- UK Government Department for Communities and Local Government (2012). Protected trees: A guide to tree preservation procedures London.
- UN (2018a). 2018 revision of world urbanization prospects. United Nations Department of Economic and Social Affairs.
- UN (2018b). "World Urbanization Prospects: The 2018 Revision, custom data acquired via website," UN.
- UN (2018c). World Urbanization Prospects: The 2018 Revision, Publications.
- Van Den Bergh, J. C., and Botzen, W. J. J. N. c. c. (2014). A lower bound to the social cost of CO 2 emissions. **4**, 253.
- Vauramo, S., and Setälä, H. (2011). Decomposition of labile and recalcitrant litter types under different plant communities in urban soils. *Urban ecosystems* **14**, 59-70.
- Villarreal, E. L., and Bengtsson, L. (2005). Response of a Sedum green-roof to individual rain events. *Ecological Engineering* **25**, 1-7.
- Wallace, K. J. (2007). Classification of ecosystem services: problems and solutions. *Biological conservation* **139**, 235-246.
- Wang, J. (2012). Problems and solutions in the protection of historical urban areas. *Frontiers of Architectural Research* **1**, 40-43.
- Westman, W. E. (1977). How much are nature's services worth? *Science* **197**, 960-964.
- Zeide, B. J. F. s. (1993). Analysis of growth equations. **39**, 594-616.
- Zelezny, L. C., Chua, P. P., and Aldrich, C. J. J. o. S. i. (2000). New ways of thinking about environmentalism: Elaborating on gender differences in environmentalism. **56**, 443-457.

Anexos

Anexo A - Tabela de identificação das árvores monumentais classificadas ou propostas para classificação de interesse público.
Fonte: Câmara Municipal do Porto.

Local	Nome da espécie	Nome comum	Tipo de classificação	Publicação de classificação
Casa do Golgota (Via Panorâmica Edgar Cardoso)	<i>Fagus sylvatica</i>	Faia	Árvore isolada	Pendente
Casa Tait, Rua de Entre-Quintas nº 219	<i>Camelia japonica</i>	Camélia, Japoneira	Conjunto arbóreo (66 exemplares)	Pendente
Casa Tait, Rua de Entre-Quintas nº 219	<i>Magnolia grandiflora</i> L.	Magnolia de flores grandes; Magnolia sempre-verde	Árvore isolada	Pendente
Casa Tait, Rua de Entre-Quintas nº 219	<i>Liriodendron tulipifera</i> L.	Tulipeiro da virginia	Árvore isolada	D.G. nº 204 II Série de 01/09/1950
Casa Tait, Rua de Entre-Quintas nº 219	<i>Liriodendron tulipifera</i> L.	Tulipeiro da virginia	Árvore isolada	Pendente
Jardim Botânico do Porto (Rua do Campo alegre, nº 1191)	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Medronheiro do texas	Árvore isolada	Pendente
Jardim Botânico do Porto (Rua do Campo alegre, nº 1191)	<i>Bischofia javanica</i> Blume	Bischofia	Árvore isolada	Pendente
Jardim da Avenida de Montevideu	<i>Metrosideros excelsa</i> Soland ex Gaert.	Metrosidero	Conjunto arbóreo (33 exemplares)	D.R. nº 6 II Série de 10/01/2005
Jardim das Virtudes	<i>Ginkgo biloba</i> L.	Ginkgo	Árvore isolada	D.R. nº 6 II Série de 10/01/2005
Jardim das Virtudes	<i>Chorisia speciosa</i>	Corisia	Árvore isolada	Pendente
Jardim do Homem do Leme, Avenida de Montevideu	<i>Metrosideros excelsa</i> Soland ex Gaert.	Metrosidero	Conjunto arbóreo (50* exemplares)	D.R. nº 6 II Série de 10/01/2005
Jardim do Passeio Alegre	<i>Phoenix canariensis</i>	Palmeira das Canárias	Conjunto arbóreo (62* exemplares)	D.R. nº 6 II Série de 10/01/2005
Jardim do Passeio Alegre	<i>Araucaria heterophylla</i>	Pinheiro-de-norfolk; Araucária-de-norfolk	Conjunto arbóreo (27* exemplares)	D.R. nº 6 II Série de 10/01/2005
Jardim do Passeio Alegre	<i>Metrosideros excelsa</i> Soland ex Gaert.	Metrosidero	Árvore isolada (2 exemplares)	D.R. nº 6 II Série de 10/01/2005
Jardim João Chagas	<i>Platanus x acerifolia</i>	Plátano híbrido	Conjunto arbóreo (37 exemplares)	D.R. nº 6 II Série de 10/01/2005
Jardim João Chagas	<i>Araucaria bidwilli</i> Hooker	Bunia bunia	Árvore isolada	D.R. nº 6 II Série de 10/01/2005

Jardim Marques de Oliveira	<i>Magnolia grandiflora</i> L.	Magnolia de flores grandes; Magnolia sempre-verde	Conjunto arbóreo (12 exemplares)	D.R. nº 6 II Série de 10/01/2005
Ordem dos Médicos	<i>Liriodendron tulipifera</i> L.	Tulipeiro da virginia	Árvore isolada	Aviso nº 14 de 22/08/2011
Ordem dos Médicos	<i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) Manetti ex Carrière	Cedro do atlas	Árvore isolada	Aviso nº 14 de 22/08/2011
Palacio de Cristal	<i>Washingtonia robusta</i>	Palmeira de Leque do México	Conjunto arbóreo (7 exemplares)	Diário da República n.º 60/2019, Série II de 2019-03-26
Palacio de Cristal	<i>Metrosieros excelsa</i> Soland ex Gaert.	Metrosidero	Árvore isolada	D.R. n.º 53 / 2019, Série II de 2019- 03-15
Palacio do Freixo, Estrada Nacional 108, nº 206	<i>Afrocarpus falcatus</i>	Afrocarpus	Árvore isolada	D.R. n.º 58 / 2019, Série II de 2019- 03-22
Praça 9 de Abril (Jardim de Arca de Água)	<i>Magnolia grandiflora</i> L.	Magnolia de flores grandes; Magnolia sempre-verde	Conjunto arbóreo (12 exemplares)	Pendente
Praça de Pedro Nunes	<i>Liriodendron tulipifera</i> L.	Tulipeiro da virginia	Conjunto arbóreo (4 exemplares)	D.R. nº 6 II Série de 10/01/2005
Praça Mouzinho de Albuquerque (Rotunda da Boavista)	<i>Washingtonia filifera</i>	Palmeira de Leque da California	Conjunto arbóreo (4 exemplares)	Pendente
Quinta Burmester	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	Castanheiro da India	Árvore isolada	Pendente
Quinta Burmester	<i>Araucaria heterophylla</i>	Pinheiro-de-norfolk; Araucária- de-norfolk	Árvore isolada	Pendente
Quinta Burmester	<i>Cedrus deodara</i>	Cedro do himalaia	Árvore isolada	Pendente
Quinta Burmester	<i>Taxus baccata</i>	Teixo	Árvore isolada	Pendente
Quinta Burmester	<i>Liriodendron tulipifera</i> L.	Tulipeiro da virginia	Árvore isolada	Pendente
Quinta da Macieirinha, Rua de Entre-Quintas nº 220	<i>Platanus x acerifolia</i>	Plátano híbrido	Árvore isolada	Pendente
Quinta de Barão de Nova Sintra	<i>Eucalyptus diversicolor</i> Muller	Karri	Árvore isolada	Pendente
Quinta Primo Madeira, Rua do Campo Alegre nº 877	<i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) Manetti ex Carrière	Cedro do atlas	Árvore isolada	D.R. nº 281 II Série de 30/11/2004
Quinta Primo Madeira, Rua do Campo Alegre nº 877	<i>Platanus x acerifolia</i>	Plátano híbrido	Árvore isolada	D.R. nº 281 II Série de 30/11/2004
Quinta Primo Madeira, Rua do Campo Alegre nº 877	<i>Liriodendron tulipifera</i> L.	Tulipeiro da virginia	Árvore isolada	D.R. nº 281 II Série de 30/11/2004
Rua João de Deus nº 399, Escola Municipal João de Deus	<i>Liriodendron tulipifera</i> L.	Tulipeiro da virginia	Árvore isolada	D.G. nº 280 II Série de 02/12/1939
Rua Ruben A 210, Casa das Artes	<i>Liriodendron tulipifera</i> L.	Tulipeiro da virginia	Árvore isolada	Pendente
Sede da CCDR-N, Rua Rainha D. Estefânia nº251	<i>Cinnamomun camphora</i>	Canforeira	Árvore isolada	Pendente
Via Panorâmica Edgar Cardoso	<i>Cinnamomun camphora</i>	Canforeira	Árvore isolada	Pendente

* número de árvores de facto existentes no local não correspondente com a quantidade de árvores publicada pelo ICNF

Anexo B - Inquérito aplicado entre 28 de maio e 14 de julho de 2019 a uma amostra de 496 pessoas (de forma presencial ou online)

INQUÉRITO PARA VALORAÇÃO DAS ÁRVORES MONUMENTAIS CLASSIFICADAS DE “INTERESSE PÚBLICO” DA CIDADE DO PORTO

Este inquérito pretende ajudar a compreender a perceção da população sobre as **árvores monumentais** de “interesse público” da cidade do Porto.

Está a ser realizado pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto e os resultados serão utilizados para ajudar a Câmara Municipal do Porto a tomar medidas que permitam valorizar este tipo de árvores.

Este inquérito destina-se a pessoas com idade igual ou superior a 18 anos, tem a duração de 5 min e é anónimo

I – Informações

As **árvores monumentais**, que podem ser classificadas de “interesse público”, são árvores isoladas ou conjuntos de árvores que devido à sua raridade, grande dimensão, longevidade, história, entre outros são consideradas pelo Estado como de grande interesse para a população em geral.

Na cidade do Porto existem 253 árvores de 12 espécies diferentes com esta classificação.

Fotografias ilustrativas de algumas destas árvores:



Figura 1 - Ginkgo biloba –Jardim das Virtudes



Figura 2 - Plátanos híbridos – Jardim da Cordoaria



Figura 3 - Metrosidero – Jardins do Palácio de Cristal

II – Questões

- 1) Antes de ler este questionário, já sabia o que são **árvores monumentais** de “interesse público”?
☐ Sim ☐ Não
- 2) Conhece alguma árvore deste tipo?
☐ Sim ☐ Não
- 3) Selecione com uma cruz qual considera ser o grau de importância dos seguintes benefícios das **árvores monumentais** classificadas:

	Nada importante	Pouco importante	Importante	Muito importante	Sem opinião
Proporcionam lugares agradáveis para passear, correr, andar de bicicleta, relaxar, contemplar, etc.					

(Continuação)	Nada importante	Pouco importante	Importante	Muito importante	Sem opinião
Preservam a história, identidade e cultura da cidade do Porto					
Têm uma beleza natural que torna as ruas/jardins mais atrativos					
Representam valores religiosos/espirituais					
Devem ser preservadas para continuarem a proporcionar benefícios às gerações futuras					
A sua conservação permite preservar espécies, e aumentar a biodiversidade e resiliência dos ecossistemas urbanos					
Proporcionam sombra/regulação da temperatura e diminuem a poluição do ar.					

4) Caso considere que existem, indique os estragos/prejuízos que associa às **árvores monumentais** classificadas:

5) Estaria disposto a pagar para contribuir para a valorização das **árvores monumentais** classificadas (por exemplo, através de associações que promovam roteiros turísticos, guias de interpretação ou atividades educativas)?

☐ Sim ☐ Não

5.1) Caso tenha respondido Sim à pergunta anterior:

a. Identifique a frequência com que estaria disposto a realizar o pagamento:

☐ Uma única vez ☐ Uma vez por ano ☐ Duas vezes por ano

b. Indique o valor que estaria disposto a pagar:

☐ <5€ ☐ 5-10€ ☐ 10-15€ ☐ 15-20€ ☐ 20-25€ ☐ >25€

6) Dados socioeconómicos:

Idade: _____ Concelho de residência: _____

Sexo: ☐ Mulher ☐ Homem

Nível de escolaridade:

☐ Ensino Básico ☐ Ensino Secundário ☐ Ensino Universitário

Rendimento mensal bruto:

☐ <500€ ☐ 500-1000€ ☐ 1000-1500€ ☐ 1500-2000€ ☐ >2000€
☐ Sem rendimento

7) No Porto, um plátano monumental com 100 cm de diâmetro de tronco pode armazenar até 240 vezes mais carbono do que um plátano jovem com 10 cm de diâmetro de tronco.

Se esta informação fosse disponibilizada antes de preencher este questionário, teria alterado as suas respostas?

☐ Sim ☐ Não

Anexo C - Modelos de cálculo do i-Tree Eco

O i-Tree Eco foi projetado para usar dados de campo padronizados, e poluição local horária e dados meteorológicos para quantificar a estrutura florestal urbana e seus inúmeros efeitos (Nowak e Crane 2000), incluindo:

- Estrutura florestal urbana (por exemplo, composição de espécies, saúde das árvores, área foliar etc.).
- Quantidade de poluição removida hora a hora pela floresta urbana e a percentagem de qualidade do ar melhorado ao longo de um ano.
- Carbono total armazenado e carbono líquido sequestrado anualmente pela floresta urbana.
- Efeitos das árvores na construção de uso de energia e consequentes efeitos nas emissões de dióxido de carbono de fontes de energia.
- Valor da remoção da poluição do ar e do armazenamento e sequestro de carbono.
- Potencial impacto das infestações por pragas, como o besouro asiático, broca de esmeralda, mariposa cigana e doença holandesa do olmo.

Normalmente, todos os dados de campo são recolhidos durante a período em que as árvores possuem folha para avaliar adequadamente as copas das árvores. A recolha de dados típica (a recolha de dados real pode variar de acordo com o usuário) inclui o uso da terra, cobertura do solo e das árvores, atributos individuais das espécies, diâmetro do caule, altura, largura da copa, copa em falta e mortalidade, e distancia e direção a habitações (Nowak et al 2005; Nowak et al 2008).

Durante a recolha de dados, as árvores são identificadas com a classificação taxonómica mais específica possível.

Características da árvore:

A área foliar das árvores foi avaliada utilizando as dimensões das copas e a percentagem de copa em falta.

Remoção da poluição do ar:

A remoção da poluição é calculada para o ozono, dióxido de enxofre, dióxido de azoto, monóxido de carbono e partículas inferiores a 2,5 microns.

As estimativas de remoção da poluição do ar são derivadas da resistência calculada hora a hora para a copa da árvore para o ozono, e dióxido de enxofre e azoto com base em modelos de deposição na copa (Baldocchi 1988; Baldocchi et al 1987). Como a remoção de monóxido de carbono e material particulado pela vegetação não está diretamente relacionada à transpiração, as taxas de remoção (velocidades de deposição) desses poluentes foram baseadas em valores médios medidos na literatura (Bidwell e Fraser 1972; Lovett 1994) que foram ajustados dependendo da fenologia foliar e área foliar. Atualizações recentes (2011) da modelagem da qualidade do ar são baseadas em simulações aprimoradas de índice de área

foliar, processamento e interpolação de clima e poluição e valores monetários de poluentes atualizados (Hirabayashi et al 2011; Hirabayashi et al 2012; Hirabayashi 2011).

As árvores removem PM2.5 quando o material particulado é depositado nas superfícies das folhas (Nowak et al 2013). Esse PM2.5 depositado pode ser novamente colocado em suspensão na atmosfera ou removido durante eventos de chuva e dissolvido ou transferido para o solo. Essa combinação de eventos pode levar a valores de remoção positivos ou negativos, dependendo de vários fatores atmosféricos. Geralmente, a remoção do PM2.5 é positiva com benefícios positivos. No entanto, existem alguns casos em que a remoção é negativa ou as partículas são colocadas novamente em suspensão na atmosfera, levando a maiores concentrações de poluição e valores negativos. Durante alguns meses (por exemplo, sem chuva), as árvores colocam novamente em suspensão mais partículas do que removem. Como o valor da remoção da poluição é baseado na mudança na concentração da poluição, é possível ter situações em que as árvores removem a PM2.5, mas aumentam as concentrações e, portanto, têm valores negativos durante os períodos de remoção geral positiva. Esses eventos não são comuns, mas podem acontecer.

Para relatórios fora dos EUA são usados valores de poluição local definidos pelo usuário. Para relatórios fora dos EUA que não possuem valores locais, as estimativas são baseadas nos valores de externalidade mediana europeus (van Essen et al 2011) ou nas equações de regressão BenMAP (Nowak et al 2014) que incorporam estimativas populacionais definidas pelo usuário. Os valores são então convertidos para a moeda local com taxas de câmbio definidas pelo usuário.

Para esta análise, o valor da remoção da poluição é calculado com base nos preços de 1 041 € por tonelada (monóxido de carbono), 1 771 € por tonelada (ozono), 264 € por tonelada (dióxido de azoto), 96 € por tonelada (dióxido de enxofre), 61 558 € por tonelada (material particulado inferior a 2,5 microns).

Armazenamento e sequestro de carbono:

O carbono armazenado é a quantidade de carbono ligada nas partes acima e abaixo do solo da vegetação lenhosa. Para calcular o armazenamento atual de carbono, a biomassa de cada árvore foi calculada usando equações da literatura e dados medidos das árvores. As copas das árvores mantidas em crescimento a céu aberto tendem a ter menos biomassa do que o previsto pelas equações derivadas da biomassa da floresta (Nowak 1994). Para ajustar essa diferença, os resultados de biomassa para árvores urbanas cultivadas a céu aberto foram multiplicados por 0,8. Nenhum ajuste foi feito para as árvores encontradas em condições naturais. A biomassa de peso seco das árvores foi convertida em carbono armazenado multiplicando por 0,5.

O carbono sequestrado é o dióxido de carbono removido do ar pelas plantas. Para estimar a quantidade bruta de carbono sequestrado anualmente, o crescimento médio do diâmetro associado a uma determinada classe (que tem em conta o género, o diâmetro e condição da árvore) foi adicionado ao diâmetro da árvore existente (ano x) para estimar o diâmetro e o armazenamento de carbono no ano x + 1.

Os valores de carbono armazenado e sequestrado são baseados em valores locais estimados ou personalizados. Para relatórios internacionais que não possuem valores locais, as estimativas são baseadas no valor do carbono para os EUA (U.S. Environmental Protection Agency 2015, Interagency Working Group on Social Cost of Carbon 2015) e convertidas para a moeda local com taxas de câmbio definidas durante a criação do projeto i-Tree.

Para esta análise, os valores de armazenamento e sequestro de carbono são calculados com base em 118 € por tonelada.

Escoamento Evitado:

O escoamento superficial anual evitado é calculado com base na água das chuvas intercetada pela vegetação, especificamente é calculado com base na diferença entre o escoamento anual com e sem vegetação. Embora folhas, galhos e cascas de árvores possam interceptar a precipitação e, assim, mitigar o escoamento superficial, apenas a precipitação intercetada pelas folhas é contabilizada nesta análise.

O valor do escoamento evitado é baseado em valores locais estimados ou definidos pelo usuário.

Para esta análise, o valor do escoamento evitado foi calculado com base no preço de 8,98 € por m³.

Emissões de compostos orgânicos voláteis:

As árvores emitem compostos orgânicos voláteis (isopreno e monoterpeno), que podem contribuir para a formação de ozono e monóxido de carbono. A quantidade de emissões depende de espécies de árvores, folhas, biomassa, temperatura do ar e outros fatores ambientais.

Referências

- Baldocchi, D. 1988. A multi-layer model for estimating sulfur dioxide deposition to a deciduous oak forest canopy. *Atmospheric Environment*. 22: 869-884.
- Baldocchi, D.D.; Hicks, B.B.; Camara, P. 1987. A canopy stomatal resistance model for gaseous deposition to vegetated surfaces. *Atmospheric Environment*. 21: 91-101.
- Bidwell, R.G.S.; Fraser, D.E. 1972. Carbon monoxide uptake and metabolism by leaves. *Canadian Journal of Botany*. 50: 1435-1439.
- Hirabayashi, S. 2011. Urban Forest Effects-Dry Deposition (UFORE-D) Model Enhancements, <http://www.itreetools.org/eco/resources/UFORE-D>
- Hirabayashi, S.; Kroll, C.; Nowak, D. 2011. Component-based development and sensitivity analyses of an air pollutant dry deposition model. *Environmental Modeling and Software*. 26(6): 804-816.
- Hirabayashi, S.; Kroll, C.; Nowak, D. 2012. i-Tree Eco Dry Deposition Model Descriptions V 1.0
- Interagency Working Group on Social Cost of Carbon, United States Government. 2015. Technical Support Document: Technical Update of the Social Cost of Carbon for Regulatory Impact Analysis Under Executive Order 12866. <http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/inforeg/scc-tsd-final-july-2015.pdf>
- Lovett, G.M. 1994. Atmospheric deposition of nutrients and pollutants in North America: an ecological perspective. *Ecological Applications*. 4: 629-650.
- Nowak, D.J. 1994. Atmospheric carbon dioxide reduction by Chicago's urban forest. In: McPherson, E.G.; Nowak, D.J.; Rowntree, R.A., eds. *Chicago's urban forest ecosystem: results of the Chicago Urban Forest Climate Project*. mGen. Tech. Rep. NE-186. Radnor, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station: 83-94.
- Nowak, D.J., Hirabayashi, S., Bodine, A., Greenfield, E. 2014. Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. *Environmental Pollution*. 193:119-129.
- Nowak, D.J., Hirabayashi, S., Bodine, A., Hoehn, R. 2013. Modeled PM2.5 removal by trees in ten U.S. cities and associated health effects. *Environmental Pollution*. 178: 395-402.
- Nowak, D.J.; Crane, D.E. 2000. The Urban Forest Effects (UFORE) Model: quantifying urban forest structure and functions. In: Hansen, M.; Burk, T., eds. *Integrated tools for natural resources inventories in the 21st century*. Proceedings

of IUFRO conference. Gen. Tech. Rep. NC-212. St. Paul, MN: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Research Station: 714-720.

Nowak, D.J.; Crane, D.E.; Dwyer, J.F. 2002a. Compensatory value of urban trees in the United States. *Journal of Arboriculture*. 28(4): 194 - 199.

Nowak, D.J.; Crane, D.E.; Stevens, J.C.; Hoehn, R.E. 2005. The urban forest effects (UFORE) model: field data collection manual. V1b. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station, 34 p. http://www.fs.fed.us/ne/syracuse/Tools/downloads/UFORE_Manual.pdf

Nowak, D.J.; Crane, D.E.; Stevens, J.C.; Ibarra, M. 2002b. Brooklyn's urban forest. Gen. Tech. Rep. NE-290. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station. 107 p.

Nowak, D.J.; Hoehn, R.E.; Crane, D.E.; Stevens, J.C.; Walton, J.T; Bond, J. 2008. A ground-based method of assessing urban forest structure and ecosystem services. *Arboriculture and Urban Forestry*. 34(6): 347-358.

U.S. Environmental Protection Agency. 2015. The social cost of carbon. Consultado em: 20 de agosto de 2019. Disponível em: <http://www.epa.gov/climatechange/EPAactivities/economics/scc.html>

van Essen, H.; Schroten, A.; Otten, M.; Sutter, D.; Schreyer, C.; Zandonella, R.; Maibach, M.; Doll, C. 2011. External Costs of Transport in Europe. Netherlands: CE Delft. 161 p.

Anexo D - Folha de registo de dados do i-Tree Eco, recolhidos entre 11 de junho e 7 de agosto

[illegible]

Anexo E - Gráficos da análise estatística do inquérito para as questões 1), 2) 5) e 7) ou 1) 2) e 7) para as variáveis socioeconómicas idade e rendimento, respetivamente

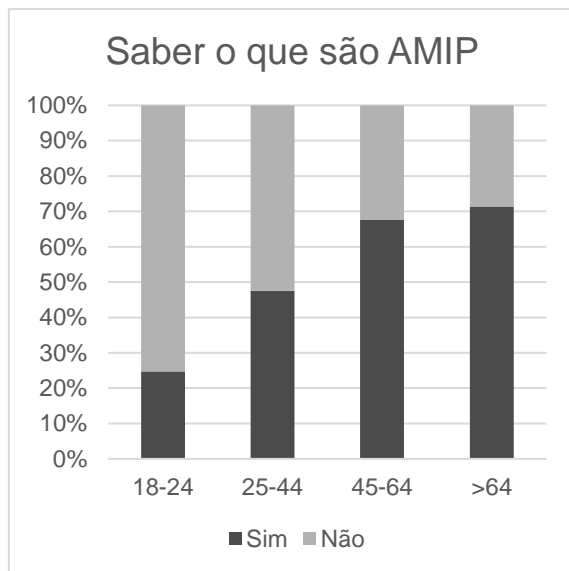


Figura E1 – Percentagem de respostas sim/não por classes etárias para a questão: Antes de ler este questionário, já sabia o que são árvores monumentais de "interesse público"?

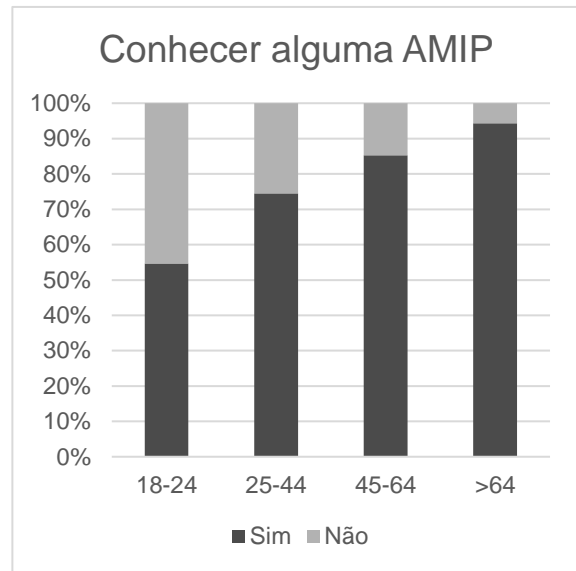


Figura E2 - Percentagem de respostas sim/não por classes etárias para a questão: Conhece alguma árvore deste tipo?

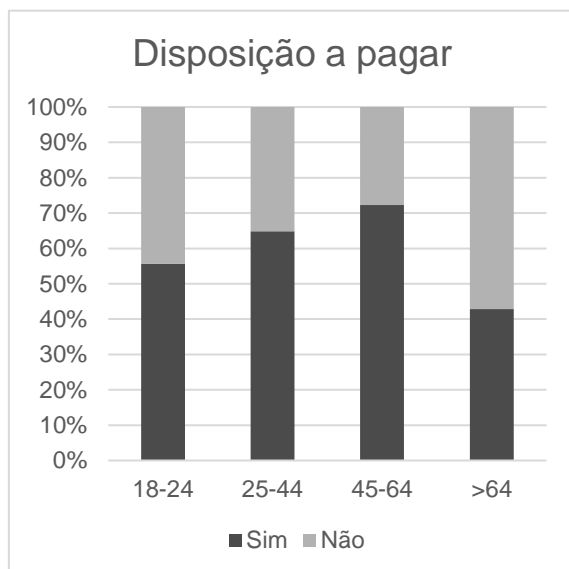


Figura E3 - Percentagem de respostas sim/não por classes etárias para a questão: Estaria disposto a pagar para contribuir para a valorização das árvores monumentais classificadas?



Figura E4 - Percentagem de respostas sim/não por classes etárias para a questão: Se esta informação fosse disponibilizada antes de preencher este questionário, teria alterado as suas respostas?

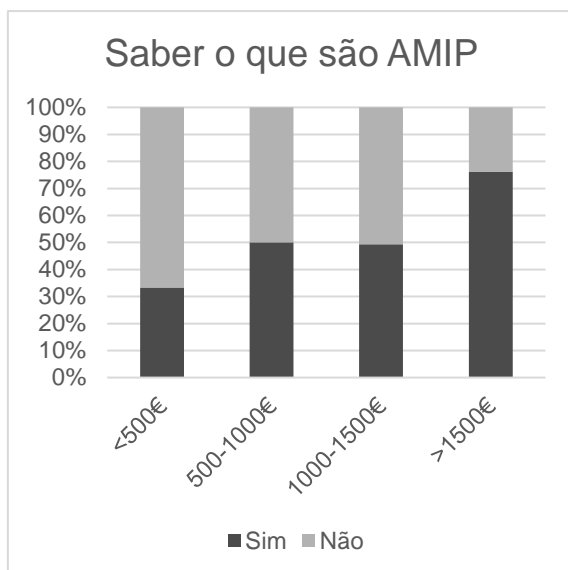


Figura E5 - Percentagem de respostas sim/não por classes de rendimento para a questão: Antes de ler este questionário, já sabia o que são árvores monumentais de “interesse público”?

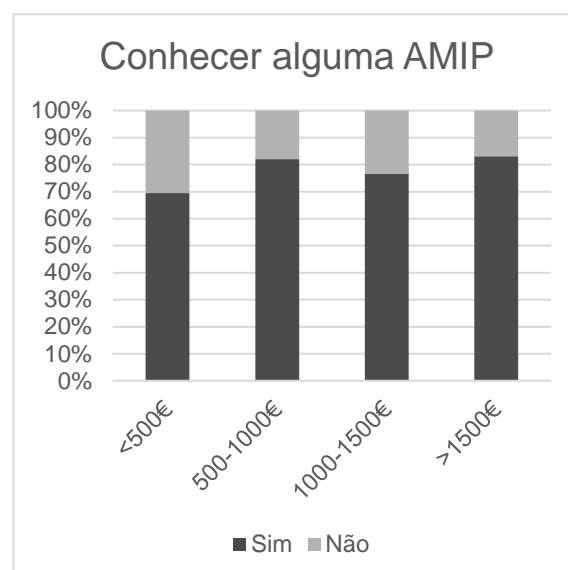


Figura E6 - Percentagem de respostas sim/não por classes de rendimento para a questão: Conhece alguma árvore deste tipo?

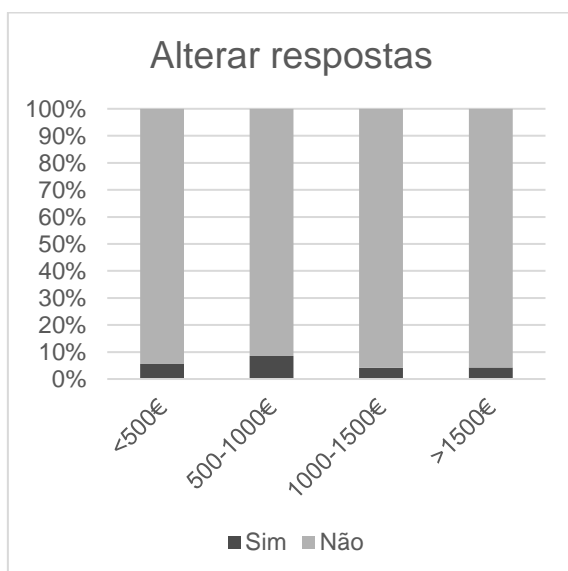


Figura E7 - Percentagem de respostas sim/não por classes de rendimento para a questão: Se esta informação fosse disponibilizada antes de preencher este questionário, teria alterado as suas respostas?

Anexo F - Árvores classificadas de “interesse público” na cidade do Porto

Tulipeiro da Virgínia - Escola Municipal João de Deus



Espécie: *Liriodendron tulipifera* L.

Idade estimada: mais de 300 anos

Data / Tipo: D.G. nº 280 II Série de 02/12/1939 /Árvore isolada

Localização: Rua João de Deus nº 399, Escola Municipal João de Deus

Observações: Municipal

Nome comum: Tulipeiro da Virgínia

Tulipeiro da Virgínia - Casa Tait



Espécie: *Liriodendron tulipifera* L.

Idade estimada: mais de 250 anos

Data / Tipo: D.G. nº 204 II Série de 01/09/1950 /Árvore isolada

Localização: Rua de Entre-Quintas nº 219, Casa Tait

Observações: Municipal

Nome comum: Tulipeiro da Virgínia

Cedro do Atlas - Quinta Primo Madeira



Espécie: *Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière
Idade estimada: mais de 100 anos
Data / Tipo: D.R. nº 281 II Série de 30/11/2004 / Árvore isolada
Localização: Rua do Campo Alegre nº 877, Quinta Primo Madeira
Observações: Não Municipal
Nome comum: Cedro do Atlas

Plátano híbrido - Quinta Primo Madeira



Espécie: *Platanus x acerifolia*
Idade estimada: mais de 100 anos
Data / Tipo: D.R. nº 281 II Série de 30/11/2004
Localização: Rua do Campo Alegre nº 877, Quinta Primo Madeira,
Observações: Não Municipal
Nome comum: Plátano híbrido

Tulipeiro da Virgínia - Quinta Primo Madeira



Espécie: *Liriodendron tulipifera* L.
Idade estimada: mais de 100 anos
Data / Tipo: D.R. nº 281 II Série de 30/11/2004 / Árvore isolada
Localização: Rua do Campo Alegre nº 877, Quinta Primo Madeira
Observações: Não Municipal
Nome comum: Tulipeiro da Virgínia

Araucárias de Norfolk - Jardim do Passeio Alegre



Espécie: *Araucaria heterophylla*
Idade estimada: mais de 120 anos
Data / Tipo: D.R. nº 6 II Série de 10/01/2005 / Conjunto arbóreo (28 exemplares)
Localização: Jardim do Passeio Alegre, Rua do Passeio Alegre
Observações: Municipais
Nome comum: Pinheiro-de-Norfolk; Araucária-de-Norfolk

Palmeiras das Canárias - Jardim do Passeio Alegre



Espécie: *Phoenix canariensis* Chabaud
Idade estimada: mais de 100 anos
Data / Tipo: D.R. nº 6 II Série de 10/01/2005 / Conjunto arbóreo (63 exemplares)
Localização: Rua do Passeio Alegre, Jardim do Passeio Alegre
Observações: Municipais
Nome comum: Palmeira-das-Canárias

Metrosideros - Jardim do Passeio Alegre



Espécie: *Metrosideros excelsa* Soland ex Gaert.
Idade estimada: mais de 80 anos
Data / Tipo: D. R. nº 6 II Série de 10/01/2005 / Árvore isolada (2 exemplares)
Localização: Rua do Passeio Alegre, Jardim do Passeio Alegre
Observações: Municipais
Nome comum: Metrosidero

Nogueira do Japão - Jardim das Virtudes



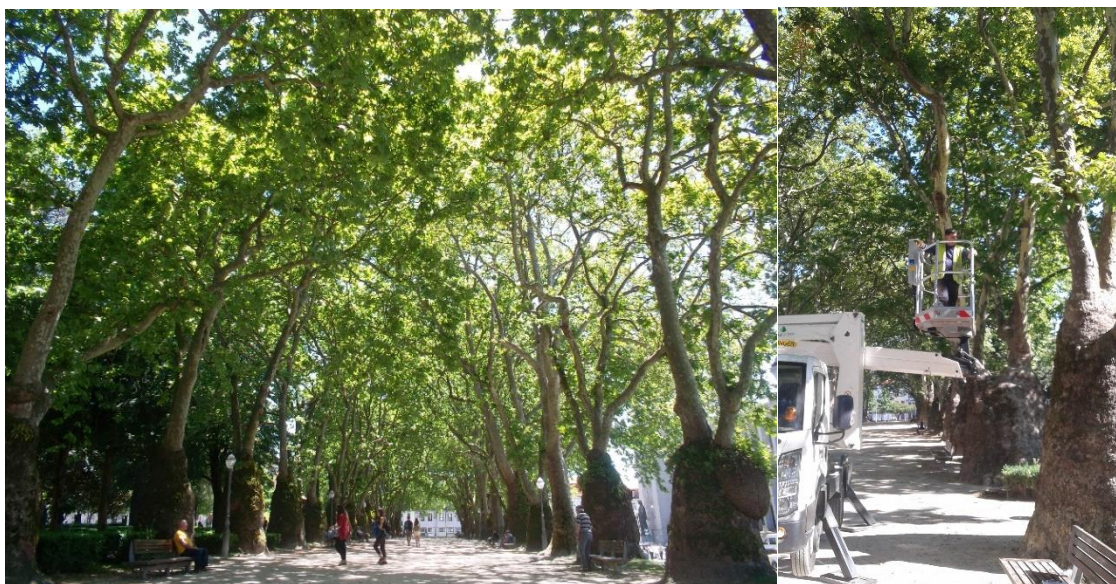
Espécie: *Ginkgo biloba* L.
Idade estimada: mais de 200 anos
Data / Tipo: D.R. nº 6 II Série de 10/01/2005 / Árvore isolada
Localização: Rua Azevedo de Albuquerque, Jardim das Virtudes
Observações: Municipal
Nome comum: Nogueira-do-Japão

Bunia-bunia - Jardim João Chagas



Espécie: *Araucaria bidwilli* Hooker
Idade estimada: mais de 140 anos
Data / Tipo: D.R. nº 6 II Série de 10/01/2005 / Árvore isolada
Localização: Rua Campo dos Mártires da Pátria, Jardim João Chagas
Observações: Municipal
Nome comum: Bunia-bunia

Plátanos híbridos - Jardim João Chagas



Espécie: *Platanus x acerifolia*

Idade estimada: mais de 150 anos

Data / Tipo: D.R. nº 6 II Série de 10/01/2005 / Conjunto arbóreo (37 exemplares)

Localização: Rua Campo dos Mártires da Pátria, Jardim João Chagas

Observações: Municipais

Nome comum: Plátano híbrido

Tulipeiros da Virgínia - Praça de Pedro Nunes



Espécie: *Liriodendron tulipifera* L.

Idade estimada: mais de 90 anos

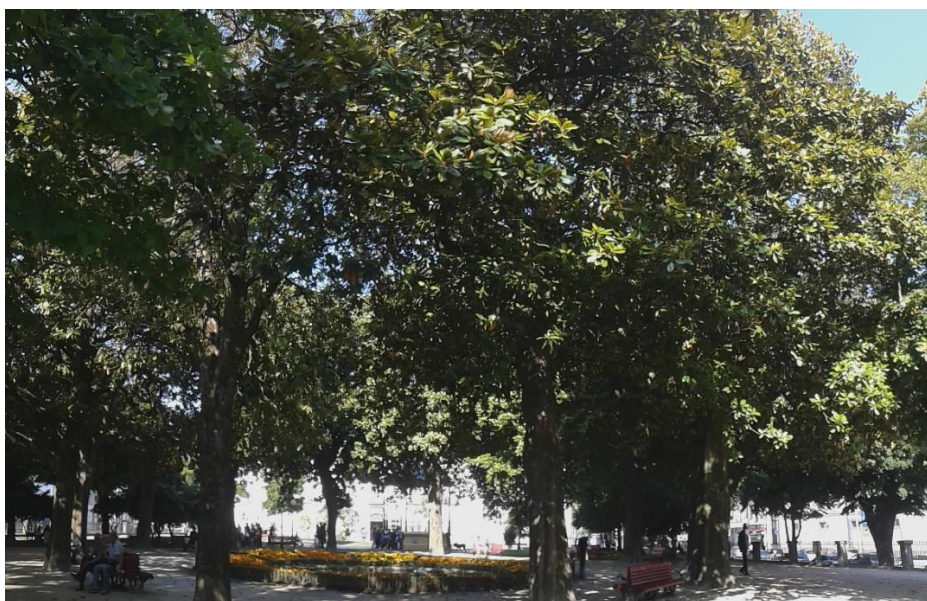
Data / Tipo: D.R. nº 6 II Série de 10/01/2005 / Conjunto arbóreo (4 exemplares)

Localização: Praça de Pedro Nunes

Observações: Municipais

Nome comum: Tulipeiro da Virgínia

Magnólias de flores grandes - Jardim Marques de Oliveira



Espécie: *Magnolia grandiflora* L.

Idade estimada: mais de 100 anos

Data / Tipo: D.R. nº 6 II Série de 10/01/2005 / Conjunto arbóreo (12 exemplares)

Localização: Av. Rodrigues de Freitas, Jardim Marques de Oliveira

Observações: Municipais

Nome comum: Magnólia de flores grandes

Metrosíderos - Avenida de Montevideu



Espécie: *Metrosideros excelsa* Soland ex Gaert.

Idade estimada: 90 anos

Data / Tipo: D.R. nº 6 II Série de 10/01/2005 / Conjunto arbóreo (33 exemplares)

Localização: Avenida Montevideu, Jardim da Avenida de Montevideu

Observações: Municipais

Nome comum: Metrosidero

Metrosideros - Jardim do Homem do Leme



Espécie: *Metrosideros excelsa* Soland ex Gaert.

Idade estimada: 60 anos

Data / Tipo: D.R. nº 6 II Série de 10/01/2005 / Conjunto arbóreo (55 exemplares)

Localização: Av. de Montevideu, Jardim do Homem do Leme

Observações: Municipais

Nome comum: Metrosideros

Cedro do Atlas - Ordem dos Médicos



Espécie: *Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière

Idade estimada: mais de 100 anos

Data / Tipo: Aviso nº 14 de 22/08/2011 / Árvore isolada

Localização: Rua Delfim Maia, n.º 405, Secção Regional Norte da Ordem dos Médicos

Observações: Não Municipal

Nome comum: Cedro do Atlas

Tulipeiro da Virgínia - Ordem dos Médicos



Espécie: *Liriodendron tulipifera* L.

Idade estimada: mais de 100 anos

Data / Tipo: Aviso nº 14 de 22/08/2011 / Árvore isolada

Localização: Rua Delfim Maia, n.º 405, Secção Regional Norte da Ordem dos Médicos

Observações: Não Municipal

Nome comum: Tulipeiro da Virgínia

Metrosidero - Palácio de Cristal



Espécie: *Metrosideros excelsa* Soland ex Gaert.

Idade estimada: 150 anos

Data / Tipo: D.R. n.º 53 / 2019, Série II de 2019-03-15 - Despacho (extrato) n.º 2794 / 2019 / Exemplar isolado

Localização: Rua D. Manuel II, Palácio de Cristal

Observações: Municipal

Nome comum: Metrosidero

Palmeiras de Leque do México - Palácio de Cristal



Espécie: *Washingtonia robusta*

Idade estimada: 150 anos

Data / Tipo: D.R. n.º 60/ 2019, Série II de 2019-03-26 - Despacho (extrato) n.º 3352 / 2019 - Conjunto arbóreo (7 exemplares)

Localização: Rua D. Manuel II, Palácio de Cristal

Observações: Municipais

Nome comum: Palmeira de Leque do México

Afrocarpus - Palácio do Freixo



Espécie: *Afrocarpus falcatus*

Idade estimada: mais de 100 anos

Data / Tipo: D.R. n.º 58 / 2019, Série II de 2019-03-22 - Despacho (extrato) n.º 3202 / 2019 / Exemplar isolado

Localização: Palácio do Freixo, Estrada Nacional 108, nº 206

Observações: Municipal

Nome comum: Afrocarpus

Anexo G - Árvores propostas para classificação de “interesse público” na cidade do Porto

Faia - Casa do Gólgota



Espécie: *Fagus sylvatica*
Idade estimada: mais de 100 anos
Data / Tipo: Publicação de classificação pendente
Localização: Via Panorâmica Edgar Cardoso, Casa do Gólgota
Observações: Não Municipal
Nome comum: Faia

Camélias - Casa Tait



Espécie: *Camelia japonica*
Idade estimada: mais de 100 anos
Data / Tipo: Publicação de classificação pendente
Localização: Rua de Entre-Quintas nº 219, Casa Tait
Observações: Municipais
Nome comum: Camélia

Magnolia de flores grandes - Casa Tait



Espécie: *Magnolia grandiflora* L.

Idade estimada: mais de 100 anos

Data / Tipo: Publicação de classificação pendente

Localização: Rua de Entre-Quintas nº 219, Casa Tait

Observações: Municipal

Nome comum: Magnólia de flores grandes

Tulipeiro da Virgínia - Casa Tait



Espécie: *Liriodendron tulipifera* L.

Idade estimada: mais de 100 anos

Data / Tipo: Data de classificação pendente

Localização: Rua de Entre-Quintas nº 219, Casa Tait

Observações: Municipal

Nome comum: Tulipeiro da Virgínia

Medronheiro do Texas - Jardim Botânico do Porto



Espécie: *Arbutus xalapensis* Kunth

Idade estimada:

Data / Tipo: Publicação de classificação pendente

Localização: Rua do Campo Alegre, n.º 1191, Jardim Botânico do Porto

Observações: Não Municipal

Nome comum: Medronheiro do Texas

Bischofias - Jardim Botânico do Porto



Espécie: *Bischofia javanica* Blume

Idade estimada:

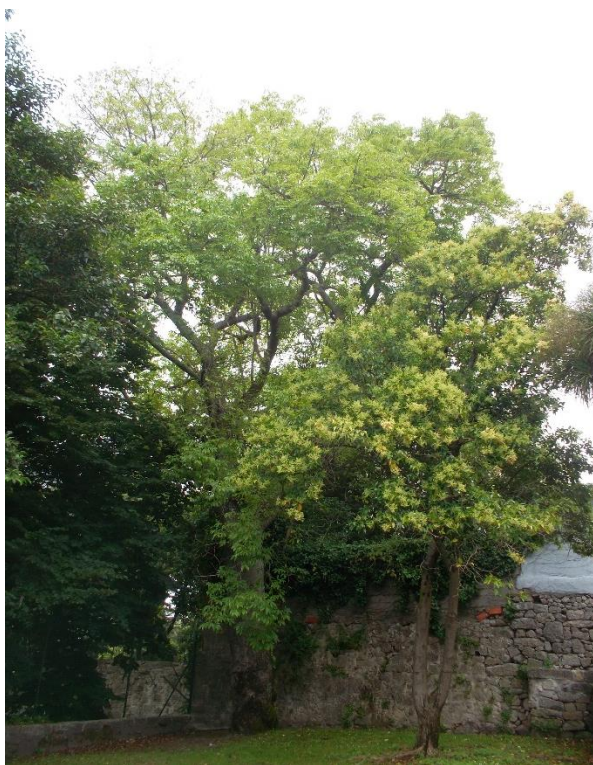
Data / Tipo: Publicação de classificação pendente

Localização: Jardim Botânico do Porto, Rua do Campo Alegre, n.º 1191

Observações: Não Municipais

Nome comum: Bischofia

Paineira-rosa - Jardim das Virtudes



Espécie: *Chorisia speciosa*

Idade estimada: mais de 100 anos

Data / Tipo: Publicação de classificação pendente

Localização: Rua Azevedo de Albuquerque, Jardim das Virtudes

Observações: Municipal

Nome comum: Paineira-rosa

Magnólias de flores grandes - Praça Nove de Abril



Espécie: *Magnolia grandiflora* L.

Idade estimada: mais de 100 anos

Data / Tipo: Publicação de classificação pendente / Conjunto arbóreo (12 exemplares)

Localização: Praça Nove de Abril, Jardim de Arca de Água

Observações: Municipais

Nome comum: Magnólia de flores grandes

Palmeiras de Leque da Califórnia - Rotunda da Boavista



Espécie: *Washingtonia filifera*

Idade estimada: mais de 100 anos

Data / Tipo: Publicação de classificação pendente /Conjunto arbóreo (4 exemplares)

Localização: Praça Mouzinho de Albuquerque (Rotunda da Boavista)

Observações: Municipais

Nome comum: Palmeira de Leque da Califórnia

Castanheiro da Índia - Quinta Burmester



Espécie: *Aesculus hippocastanum* L.

Idade estimada: mais de 110 anos

Data / Tipo: Publicação de classificação pendente

Localização: Rua do Campo Alegre, n.º 1021, Quinta Burmester

Observações: Não Municipal

Nome comum: Castanheiro da Índia

Araucária de Norfolk - Quinta Burmester



Espécie: *Araucaria heterophylla*

Idade estimada: mais de 100 anos

Data / Tipo: Publicação de classificação pendente

Localização: Casa Burmester, Rua do Campo Alegre, n.º 1021

Observações: Não Municipal

Nome comum: Pinheiro-de-Norfolk; Araucária-de-Norfolk

Cedro do Himalaia - Quinta Burmester



Espécie: *Cedrus deodara*

Idade estimada: mais de 100 anos

Data / Tipo: Publicação de classificação pendente

Localização: Rua do Campo Alegre, n.º 1021, Quinta Burmester

Observações: Não Municipal

Nome comum: Cedro do Himalaia

Teixo - Quinta Burmester



Espécie: *Taxus baccata*
Idade estimada: mais de 100 anos
Data / Tipo: Publicação de classificação pendente
Localização: Rua do Campo Alegre, n.º 1021, Quinta Burmester
Observações: Não Municipal
Nome comum: Teixo

Tulipeiro da Virgínia - Quinta Burmester



Espécie: *Liriodendron tulipifera* L.
Idade estimada: mais de 100 anos
Data / Tipo: Publicação de classificação pendente
Localização: Rua do Campo Alegre, n.º 1021, Quinta Burmester
Observações: Não Municipal
Nome comum: Tulipeiro da Virgínia

Plátano híbrido - Quinta da Macieirinha



Espécie: *Platanus x acerifolia*

Idade estimada: mais de 100 anos

Data / Tipo: Publicação de classificação pendente

Localização: Rua de Entre-Quintas nº 220, Quinta da Macieirinha

Observações: Municipal

Nome comum: Plátano híbrido

Karri - Quinta Barão de Nova Sintra



Espécie: *Eucalyptus diversicolor* Muller

Idade estimada: mais de 100 anos

Data / Tipo: Publicação de classificação pendente

Localização: Rua Barão de Nova Sintra, n.º 285, Quinta do Barão de Nova Sintra

Observações: Municipal

Nome comum: Karri

Tulipeiro da Virgínia - Casa das Artes



Espécie: *Liriodendron tulipifera* L.
Idade estimada: mais de 100 anos
Data / Tipo: Publicação de classificação pendente
Localização: Rua Ruben A 210, Casa das Artes
Observações: Não Municipal
Nome comum: Tulipeiro da Virgínia

Canforeira - Sede da CCDR-N



Espécie: *Cinnamomum camphora*
Idade estimada: mais de 100 anos
Data / Tipo: Publicação de classificação pendente
Localização: Rua Rainha D. Estefânia, nº 251, Sede da CCDR-N
Observações: Não Municipal
Nome comum: Canforeira

Canforeira - Via Panorâmica Edgar Cardoso



Espécie: *Cinnamomum camphora*

Idade estimada: mais de 100 anos

Data / Tipo: Publicação de classificação pendente

Localização: Via Panorâmica Edgar Cardoso

Observações: Não Municipal

Nome comum: Canforeira

Anexo H – Lista dos serviços de ecossistema estimados e respetiva identificação para todos os exemplares de AMIP

Nº Ident.	Nome da espécie	Localização	DAP(cm)	Carbono Armazenado		Benefícios Anuais						
						Carbono sequestrado (bruto)		Escoamento evitado		Poluição removida		Total Benefícios
				(kg)	(€)	(kg)	(€)	(m³)	(€)	(g)	(€)	(€)
1	Washingtonia filifera	Praça Mouzinho de Albuquerque	81,2	108,00	10,413	1,30	0,126	0,00	0,108	4,00	0,009	0,243
2	Washingtonia filifera	Praça Mouzinho de Albuquerque	57,6	124,20	11,97	2,00	0,198	0,50	4,365	158,30	0,513	5,067
3	Washingtonia filifera	Praça Mouzinho de Albuquerque	56,3	104,50	10,071	1,80	0,171	0,30	2,628	95,40	0,306	3,114
4	Washingtonia filifera	Praça Mouzinho de Albuquerque	57,3	170,40	16,416	2,50	0,243	0,40	2,835	102,80	0,333	3,411
5	Liriodendron tulipifera	Praça de Pedro Nunes	42,4	350,20	33,741	25,70	2,475	15,20	122,796	4 456,0	14,364	139,635
6	Liriodendron tulipifera	Praça de Pedro Nunes	31,9	177,10	17,064	15,90	1,539	13,60	110,016	3 992,2	12,87	124,425
7	Liriodendron tulipifera	Praça de Pedro Nunes	33,1	193,50	18,648	15,80	1,53	14,00	113,175	4 106,9	13,239	127,944
8	Liriodendron tulipifera	Praça de Pedro Nunes	42,5	352,20	33,93	15,80	1,521	5,60	45,072	1 635,4	5,274	51,867
9	Arbutus xalapensis	Jardim Botânico do Porto	60,9	1 301,4	125,397	18,00	1,737	0,70	5,769	209,20	0,675	8,172
10	Bischofia javanica	Jardim Botânico do Porto	102,2	4 663,3	449,325	79,10	7,614	7,90	63,45	2 302,3	7,425	78,489
11	Liriodendron tulipifera	Casa das Artes	175,1	7 500,0	722,655	12,50	1,206	25,50	206,28	7 485,0	24,129	231,615
12	Cinnamomum camphora	Sede da CCDR-N	189,7	6 038,0	581,787	13,90	1,332	15,60	126,306	4 583,3	14,778	142,425
13	Cinnamomum camphora	Via Panorâmica Edgar Cardoso	143,9	5 752,8	554,31	27,50	2,646	12,90	104,247	3 782,9	12,195	119,097
14	Fagus sylvatica	Casa do Golgota	134,6	7 500,0	722,655	12,50	1,206	10,90	87,795	3 185,7	10,269	99,27
15	Aesculus hippocastanum	Quinta Burmester	100,6	3 511,6	338,355	108,70	10,476	10,80	87,282	3 167,0	10,215	107,964
16	Cedrus deodara	Quinta Burmester	107	2 392,0	230,472	34,80	3,357	9,80	78,831	2 860,4	9,225	91,413
17	Liriodendron tulipifera	Quinta Burmester	156,9	7 500,0	722,655	12,50	1,206	13,00	105,21	3 817,7	12,312	118,719
18	Araucaria heterophylla	Quinta Burmester	91	1 895,2	182,61	31,30	3,015	3,90	31,833	1 155,1	3,726	38,574
19	Taxus baccata	Quinta Burmester	96,4	1 735,3	167,202	25,30	2,439	12,40	99,855	3 623,3	11,682	113,967
20	Platanus x acerifolia	Quinta da Macieirinha	156,9	7 452,6	718,092	14,50	1,395	15,40	124,794	4 528,3	14,598	140,796
21	Metrosideros excelsa	Palacio de Cristal	239	7 531,5	725,688	13,70	1,323	7,10	57,231	2 076,8	6,696	65,25
22	Metrosideros excelsa	Palacio de Cristal	135,1	6 845,4	659,583	33,90	3,267	1,70	13,455	488,10	1,575	18,297
23	Liriodendron tulipifera	Casa Tait	286,5	6 000,0	578,124	10,00	0,963	12,50	101,007	3 665,0	11,817	113,787
24	Magnolia grandiflora	Casa Tait	146,4	7 320,2	705,33	23,80	2,295	6,90	55,629	2 018,6	6,507	64,431
25	Washingtonia robusta	Palacio de Cristal	42	319,60	30,789	3,80	0,369	0,40	2,988	108,50	0,351	3,708
26	Washingtonia robusta	Palacio de Cristal	42,3	322,70	31,086	3,80	0,369	0,40	2,844	103,30	0,333	3,555
27	Washingtonia robusta	Palacio de Cristal	43,6	296,90	28,602	3,60	0,351	0,30	2,43	88,30	0,288	3,069
28	Washingtonia robusta	Palacio de Cristal	43,9	293,70	28,296	3,60	0,351	0,30	2,322	84,30	0,27	2,943
29	Washingtonia robusta	Palacio de Cristal	44,6	293,50	28,278	3,60	0,351	0,30	2,124	76,90	0,252	2,718
30	Washingtonia robusta	Palacio de Cristal	40,7	415,00	39,978	4,50	0,441	0,40	2,979	108,20	0,351	3,771
31	Washingtonia robusta	Palacio de Cristal	40,1	261,40	25,182	3,30	0,324	0,30	2,43	88,30	0,288	3,042
32	Ginkgo biloba	Jardim das Virtudes	148,3	5 880,6	566,613	14,40	1,386	7,60	61,47	2 230,5	7,191	70,047
33	Chorisia speciosa	Jardim das Virtudes	96,4	3 922,7	377,973	58,20	5,607	2,30	18,846	683,70	2,205	26,658
34	Cedrus atlantica	Ordem dos Médicos	111,4	1 889,9	182,097	37,80	3,636	4,70	37,854	1 373,7	4,428	45,927
35	Liriodendron tulipifera	Ordem dos Médicos	145,5	6 000,0	578,124	10,00	0,963	7,60	61,713	2 239,4	7,218	69,894
36	Magnolia grandiflora	Praça 9 de Abril	56,7	1 121,2	108,036	32,40	3,123	3,00	24,255	880,20	2,835	30,222

Nº Ident.	Nome da espécie	Localização	DAP(cm)	Carbono Armazenado		Benefícios Anuais						
						Carbono sequestrado (bruto)		Escoamento evitado		Poluição removida		Total Benefícios
				(kg)	(€)	(kg)	(€)	(m³)	(€)	(g)	(€)	(€)
37	Magnolia grandiflora	Praça 9 de Abril	74,5	2 157,7	207,9	45,50	4,383	3,80	30,348	1 101,2	3,546	38,277
38	Magnolia grandiflora	Praça 9 de Abril	71,9	1 974,6	190,26	45,80	4,41	2,10	17,19	623,90	2,016	23,616
39	Magnolia grandiflora	Praça 9 de Abril	87,5	3 184,4	306,828	60,40	5,823	5,50	44,793	1 625,4	5,238	55,854
40	Magnolia grandiflora	Praça 9 de Abril	103,8	4 734,8	456,219	52,90	5,094	3,10	25,038	908,60	2,925	33,057
41	Magnolia grandiflora	Praça 9 de Abril	44,6	609,40	58,725	16,10	1,548	0,70	5,256	190,70	0,612	7,416
42	Magnolia grandiflora	Praça 9 de Abril	65,3	1 538,7	148,257	39,20	3,78	2,60	20,619	748,00	2,412	26,811
43	Magnolia grandiflora	Praça 9 de Abril	97,4	4 090,8	394,164	70,10	6,759	5,70	45,837	1 663,2	5,364	57,951
44	Magnolia grandiflora	Praça 9 de Abril	92,3	3 546,6	341,721	64,60	6,228	2,60	20,61	747,90	2,412	29,25
45	Magnolia grandiflora	Praça 9 de Abril	116,8	5 978,9	576,09	54,90	5,292	5,00	40,167	1 457,6	4,698	50,157
46	Magnolia grandiflora	Praça 9 de Abril	76,7	2 266,1	218,349	49,40	4,761	2,80	22,248	807,50	2,601	29,619
47	Magnolia grandiflora	Praça 9 de Abril	59,8	989,20	95,31	46,80	4,509	2,30	18,585	674,30	2,178	25,263
48	Eucalyptus diversicolor	Quinta de Barão de Nova Sintra	201,2	6 061,7	584,064	10,00	0,963	8,30	67,077	2 433,9	7,848	75,888
49	Magnolia grandiflora	Jardim Marques de Oliveira	116,5	5 874,3	566,01	49,80	4,797	4,50	36,459	1 323,0	4,266	45,522
50	Magnolia grandiflora	Jardim Marques de Oliveira	79,3	2 489,8	239,904	41,60	4,005	2,70	21,582	783,00	2,529	28,107
51	Magnolia grandiflora	Jardim Marques de Oliveira	97,1	4 037,9	389,061	66,00	6,363	5,10	40,86	1 482,6	4,779	51,993
52	Magnolia grandiflora	Jardim Marques de Oliveira	86,6	3 089,3	297,666	53,30	5,139	4,10	32,913	1 194,2	3,852	41,895
53	Magnolia grandiflora	Jardim Marques de Oliveira	89,4	3 320,4	319,932	58,90	5,679	3,50	27,927	1 013,4	3,267	36,873
54	Magnolia grandiflora	Jardim Marques de Oliveira	65,9	1 616,9	155,799	40,20	3,87	4,70	37,881	1 374,5	4,428	46,188
55	Magnolia grandiflora	Jardim Marques de Oliveira	80,2	2 534,9	244,242	47,50	4,581	1,80	14,625	530,60	1,71	20,916
56	Magnolia grandiflora	Jardim Marques de Oliveira	79,9	2 512,6	242,1	33,60	3,231	2,80	22,599	819,90	2,646	28,476
57	Magnolia grandiflora	Jardim Marques de Oliveira	108,2	5 143,1	495,558	38,50	3,708	3,20	25,848	937,80	3,024	32,58
58	Magnolia grandiflora	Jardim Marques de Oliveira	67,2	1 667,7	160,686	34,90	3,357	2,20	18,126	657,80	2,124	23,607
59	Magnolia grandiflora	Jardim Marques de Oliveira	66,8	1 637,2	157,752	26,00	2,511	2,20	17,838	647,10	2,088	22,428
60	Magnolia grandiflora	Jardim Marques de Oliveira	79,6	2 485,9	239,526	49,50	4,77	3,00	24,381	884,70	2,853	32,004
61	Afrocarpus falcatus	Palacio do Freixo	119,4	4 820,1	464,436	71,50	6,885	6,60	52,947	1 921,2	6,192	66,024
62	Liriodendron tulipifera	Escola Municipal João de Deus	240,3	6 000,0	578,124	10,00	0,963	9,20	74,466	2 702,0	8,712	84,141
63	Platanus x acerifolia	Quinta Primo Madeira	214,2	6 000,0	578,124	10,00	0,963	19,50	157,797	5 725,8	18,459	177,219
64	Liriodendron tulipifera	Quinta Primo Madeira	146,4	6 000,0	578,124	10,00	0,963	12,10	98,082	3 559,2	11,475	110,52
65	Cedrus atlantica	Quinta Primo Madeira	136,9	3 269,0	314,982	53,20	5,13	5,60	45,099	1 636,4	5,274	55,503
66	Araucaria heterophylla	Jardim do Passeio Alegre	50,9	383,10	36,909	19,00	1,827	1,20	9,477	343,90	1,107	12,42
67	Araucaria heterophylla	Jardim do Passeio Alegre	89,8	1 441,0	138,852	38,60	3,717	4,40	35,28	1 280,3	4,131	43,128
68	Araucaria heterophylla	Jardim do Passeio Alegre	67,8	801,30	77,211	24,70	2,385	2,70	21,906	794,80	2,565	26,847
69	Araucaria heterophylla	Jardim do Passeio Alegre	92,6	1 479,1	142,515	36,30	3,501	5,20	41,976	1 523,2	4,914	50,382
70	Araucaria heterophylla	Jardim do Passeio Alegre	88,2	1 391,3	134,055	37,80	3,636	4,80	39,015	1 415,9	4,563	47,223
71	Araucaria heterophylla	Jardim do Passeio Alegre	65,6	711,60	68,571	25,60	2,466	3,10	25,434	923,00	2,979	30,879
72	Araucaria heterophylla	Jardim do Passeio Alegre	74,8	948,20	91,368	32,00	3,087	3,20	25,92	940,60	3,033	32,04
73	Araucaria heterophylla	Jardim do Passeio Alegre	84,7	1 270,0	122,373	37,80	3,636	5,10	41,328	1 499,5	4,833	49,797
74	Araucaria heterophylla	Jardim do Passeio Alegre	60,5	570,50	54,963	23,80	2,295	1,80	14,508	526,60	1,701	18,504

Nº Ident.	Nome da espécie	Localização	DAP(cm)	Carbono Armazenado (kg) (€)		Benefícios Anuais						
						Carbono sequestrado (bruto) (kg) (€)		Escoamento evitado (m³) (€)		Poluição removida (g) (€)		Total Benefícios (€)
75	Araucaria heterophylla	Jardim do Passeio Alegre	60,2	570,00	54,918	22,50	2,169	2,00	16,506	599,10	1,935	20,61
76	Araucaria heterophylla	Jardim do Passeio Alegre	58,9	672,70	64,818	16,10	1,548	1,90	15,579	565,30	1,818	18,945
77	Araucaria heterophylla	Jardim do Passeio Alegre	66,5	911,50	87,831	17,20	1,656	2,60	20,79	754,60	2,43	24,885
78	Araucaria heterophylla	Jardim do Passeio Alegre	54,7	577,90	55,683	15,80	1,521	1,00	8,316	301,70	0,972	10,809
79	Araucaria heterophylla	Jardim do Passeio Alegre	66,8	727,30	70,083	28,80	2,781	3,00	24,003	871,00	2,808	29,583
80	Araucaria heterophylla	Jardim do Passeio Alegre	55,1	476,90	45,945	22,60	2,178	2,50	20,304	736,80	2,376	24,858
81	Araucaria heterophylla	Jardim do Passeio Alegre	84,4	1 292,5	124,542	33,50	3,222	8,80	71,064	2 578,5	8,316	82,602
82	Araucaria heterophylla	Jardim do Passeio Alegre	67,8	894,80	86,22	20,20	1,944	0,60	4,878	176,90	0,567	7,389
83	Araucaria heterophylla	Jardim do Passeio Alegre	65,3	867,00	83,538	19,80	1,908	2,10	16,758	608,10	1,962	20,628
84	Araucaria heterophylla	Jardim do Passeio Alegre	63,7	805,90	77,652	15,90	1,53	2,20	17,667	641,10	2,07	21,267
85	Araucaria heterophylla	Jardim do Passeio Alegre	62,1	597,70	57,591	22,70	2,196	2,90	23,22	842,70	2,718	28,134
86	Araucaria heterophylla	Jardim do Passeio Alegre	78	1 198,4	115,47	19,40	1,872	4,40	35,271	1 279,9	4,131	41,265
87	Araucaria heterophylla	Jardim do Passeio Alegre	86,9	1 655,6	159,516	25,80	2,493	2,90	23,328	846,40	2,727	28,539
88	Araucaria heterophylla	Jardim do Passeio Alegre	81,8	1 380,5	133,011	25,70	2,484	1,90	15,372	557,80	1,8	19,647
89	Araucaria heterophylla	Jardim do Passeio Alegre	77,7	1 319,5	127,134	24,20	2,331	2,40	19,449	705,80	2,277	24,057
90	Araucaria heterophylla	Jardim do Passeio Alegre	66,8	926,90	89,307	20,40	1,971	3,20	25,785	935,70	3,015	30,771
91	Araucaria heterophylla	Jardim do Passeio Alegre	83,4	1 192,4	114,894	38,10	3,663	5,00	40,545	1 471,4	4,743	48,96
92	Araucaria heterophylla	Jardim do Passeio Alegre	71,6	1 091,0	105,12	21,20	2,043	4,10	32,958	1 195,9	3,852	38,862
93	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	81,8	2 644,3	254,781	40,50	3,897	1,50	12,042	437,10	1,413	17,352
94	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	93,9	3 671,6	353,772	52,50	5,058	2,10	16,938	614,50	1,98	23,976
95	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	111,1	5 320,8	512,676	50,20	4,833	2,40	19,35	702,30	2,268	26,451
96	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	97,1	4 084,0	393,507	59,80	5,76	3,40	27,243	988,50	3,186	36,189
97	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	85,3	2 948,6	284,112	40,20	3,87	2,00	16,146	586,00	1,89	21,915
98	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	175,7	7 406,1	713,61	14,10	1,359	7,70	62,613	2 271,9	7,326	71,298
99	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	65,3	1 504,7	144,981	24,40	2,349	0,80	6,345	230,30	0,738	9,432
100	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	98,4	4 202,7	404,946	60,80	5,859	3,10	25,227	915,50	2,952	34,038
101	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	64	1 486,5	143,226	19,60	1,881	0,40	3,366	122,20	0,396	5,643
102	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	122,2	6 516,1	627,858	40,50	3,906	12,50	100,836	3 659,1	11,799	116,541
103	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	67,2	1 628,7	156,933	27,20	2,619	0,20	1,584	57,60	0,189	4,392
104	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	96,8	4 084,5	393,552	56,20	5,418	5,70	46,008	1 669,6	5,382	56,808
105	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	86,3	3 029,9	291,942	37,00	3,564	1,10	9,198	333,90	1,08	13,842
106	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	131,5	6 850,7	660,096	33,40	3,222	7,10	57,474	2 085,6	6,723	67,419
107	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	102,5	4 524,1	435,915	40,70	3,915	0,70	5,301	192,50	0,621	9,846
108	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	189,1	7 342,1	707,436	14,80	1,431	2,70	21,834	792,40	2,556	25,821
109	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	105	4 811,1	463,563	56,90	5,481	1,90	15,264	553,90	1,782	22,536
110	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	131,1	6 932,7	667,998	34,10	3,285	9,30	75,555	2 741,6	8,838	87,678
111	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	97,7	4 196,2	404,316	60,90	5,868	8,50	68,49	2 485,2	8,01	82,368
112	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	142,3	7 009,5	675,387	23,80	2,295	2,60	21,024	762,90	2,457	25,776

Nº Ident.	Nome da espécie	Localização	DAP(cm)	Carbono Armazenado		Benefícios Anuais						
						Carbono sequestrado (bruto)		Escoamento evitado		Poluição removida		Total Benefícios
				(kg)	(€)	(kg)	(€)	(m³)	(€)	(g)	(€)	(€)
113	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	186,5	7 334,0	706,653	14,60	1,404	2,20	18,117	657,40	2,115	21,636
114	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	131,1	6 717,5	647,262	26,20	2,529	2,30	18,45	669,50	2,16	23,139
115	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	124,1	6 399,3	616,599	35,90	3,465	3,10	25,164	913,10	2,943	31,572
116	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	133,7	6 781,0	653,382	26,60	2,565	1,90	14,994	544,10	1,755	19,314
117	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	102,5	4 554,8	438,867	55,60	5,364	1,10	8,973	325,50	1,053	15,381
118	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	68,4	1 724,8	166,194	33,70	3,249	0,70	5,805	210,60	0,675	9,729
119	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	82,8	2 726,4	262,692	47,00	4,527	0,90	7,29	264,50	0,855	12,663
120	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	157,6	7 180,0	691,821	16,50	1,584	1,40	11,232	407,40	1,314	14,13
121	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	113,6	5 617,5	541,269	38,60	3,717	0,70	5,472	198,50	0,639	9,837
122	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	149,9	7 106,0	684,684	15,90	1,53	1,10	9,243	335,50	1,08	11,853
123	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	120,3	6 157,1	593,262	36,40	3,51	0,50	3,987	144,70	0,468	7,965
124	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	128,9	6 618,4	637,704	25,40	2,448	0,90	7,245	262,70	0,846	10,539
125	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	106,6	4 991,9	480,996	35,80	3,456	0,70	5,436	197,40	0,639	9,531
126	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	82,1	2 660,7	256,374	43,40	4,185	1,70	13,509	490,30	1,584	19,278
127	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	108,2	5 108,8	492,255	40,80	3,924	1,40	11,133	404,00	1,305	16,362
128	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	70,7	1 872,6	180,432	26,00	2,502	0,70	5,814	210,90	0,684	9
129	Platanus x acerifolia	Jardim João Chagas	106,6	5 059,6	487,512	60,30	5,805	8,00	64,278	2 332,5	7,524	77,607
130	Araucaria heterophylla	Jardim João Chagas	108,5	2 246,4	216,45	52,20	5,031	10,50	84,771	3 076,0	9,918	99,72
131	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	51,6	64,30	6,201	1,00	0,099	1,20	9,792	355,30	1,143	11,034
132	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	65,9	148,30	14,283	1,50	0,144	1,50	12,303	446,50	1,44	13,887
133	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	61,1	66,30	6,381	1,10	0,099	0,80	6,183	224,50	0,72	7,011
134	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	63,7	75,10	7,236	1,10	0,108	1,60	12,699	460,90	1,485	14,292
135	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	60,8	98,80	9,522	1,30	0,126	2,20	17,721	643,00	2,07	19,917
136	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	63	85,50	8,235	1,20	0,117	0,90	7,605	275,90	0,891	8,604
137	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	72,3	20,80	2,007	0,30	0,027	1,50	11,817	428,70	1,386	13,221
138	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	71	97,10	9,351	1,70	0,162	0,50	3,654	132,70	0,432	4,248
139	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	65,6	101,10	9,738	1,70	0,162	1,00	8,208	297,80	0,963	9,333
140	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	65,6	113,10	10,899	1,40	0,135	2,40	19,512	708,20	2,286	21,933
141	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	60,5	69,30	6,678	0,90	0,09	1,70	13,941	505,90	1,629	15,66
142	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	67,8	78,10	7,533	1,10	0,099	1,40	11,529	418,50	1,35	12,987
143	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	66,8	65,90	6,345	1,00	0,099	0,80	6,75	245,00	0,792	7,641
144	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	64,6	38,00	3,663	0,20	0,018	0,10	1,107	40,30	0,126	1,26
145	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	70	25,90	2,502	0,30	0,027	1,80	14,472	525,00	1,692	16,191
146	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	76,7	21,40	2,061	0,30	0,027	1,20	9,567	347,20	1,116	10,71
147	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	68,8	32,60	3,141	0,40	0,036	2,20	17,523	635,90	2,052	19,611
148	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	98	29,40	2,835	0,20	0,027	2,40	19,269	699,10	2,25	21,537
149	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	62,1	82,30	7,929	1,00	0,099	1,70	14,076	510,90	1,647	15,822
150	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	58,6	79,60	7,668	1,00	0,099	0,50	3,69	133,90	0,432	4,221

Nº Ident.	Nome da espécie	Localização	DAP(cm)	Carbono Armazenado		Benefícios Anuais						
						Carbono sequestrado (bruto)		Escoamento evitado		Poluição removida		Total Benefícios
				(kg)	(€)	(kg)	(€)	(m³)	(€)	(g)	(€)	(€)
151	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	57,3	52,10	5,013	0,80	0,072	1,30	10,206	370,30	1,197	11,475
152	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	68,1	40,90	3,942	0,60	0,063	1,20	9,666	350,90	1,134	10,863
153	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	58,3	64,50	6,219	0,70	0,063	1,60	13,194	478,90	1,548	14,805
154	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	52,8	64,40	6,201	0,70	0,072	1,90	15,399	558,80	1,8	17,271
155	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	62,7	66,50	6,408	0,80	0,081	1,30	10,728	389,40	1,251	12,06
156	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	59,2	51,40	4,959	0,50	0,045	1,20	9,684	351,30	1,134	10,863
157	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	63,7	27,70	2,664	0,30	0,027	1,70	13,671	496,10	1,602	15,3
158	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	75,1	26,00	2,502	0,30	0,027	0,90	6,885	250,00	0,81	7,722
159	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	62,4	21,00	2,025	0,20	0,018	1,20	10,062	365,20	1,179	11,259
160	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	61,8	20,30	1,962	0,30	0,027	1,10	8,676	315,00	1,017	9,72
161	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	63,7	49,90	4,806	0,60	0,063	1,50	11,736	425,80	1,377	13,167
162	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	67,8	29,80	2,871	0,30	0,027	1,90	15,165	550,40	1,773	16,974
163	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	59,8	61,60	5,94	0,80	0,081	1,40	11,565	419,80	1,35	12,996
164	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	65,9	50,00	4,824	0,70	0,063	1,50	11,853	430,20	1,386	13,302
165	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	39,5	73,60	7,092	0,90	0,081	1,50	12,384	449,20	1,449	13,914
166	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	62,7	76,30	7,353	1,10	0,108	0,80	6,093	221,00	0,711	6,912
167	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	60,5	61,40	5,913	0,60	0,054	1,50	12,123	439,80	1,422	13,59
168	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	57,3	58,60	5,652	0,70	0,063	0,70	5,841	211,80	0,684	6,579
169	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	66,5	30,80	2,961	0,20	0,018	0,10	0,585	21,40	0,072	0,675
170	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	60,8	58,20	5,607	0,70	0,072	1,50	11,763	426,80	1,377	13,203
171	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	64,3	61,20	5,904	0,90	0,09	1,20	9,639	349,80	1,125	10,854
172	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	61,4	70,60	6,804	1,10	0,108	0,40	3,285	119,30	0,387	3,78
173	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	67,5	47,20	4,545	0,70	0,063	1,40	11,376	412,60	1,332	12,771
174	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	63,7	124,40	11,988	1,50	0,144	1,40	11,124	403,60	1,305	12,573
175	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	65,6	103,80	9,999	1,30	0,126	1,90	15,219	552,20	1,782	17,118
176	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	61,1	143,50	13,833	1,80	0,171	1,40	11,376	412,80	1,332	12,879
177	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	68,8	151,10	14,562	1,70	0,171	1,20	9,981	362,00	1,17	11,313
178	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	64,3	176,40	17,001	1,70	0,171	2,20	18,108	657,10	2,115	20,394
179	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	67,2	148,90	14,355	1,90	0,18	1,00	8,181	296,70	0,954	9,315
180	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	66,2	167,70	16,155	1,90	0,18	1,50	12,492	453,30	1,458	14,13
181	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	72,6	156,20	15,048	1,80	0,171	1,20	9,423	341,90	1,098	10,692
182	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	77,3	160,00	15,417	1,60	0,153	1,00	7,695	279,20	0,9	8,748
183	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	69,1	96,20	9,27	0,40	0,036	0,10	0,459	16,50	0,054	0,549
184	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	70,7	136,90	13,185	1,50	0,144	2,30	18,855	684,10	2,205	21,204
185	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	77,3	159,10	15,336	1,30	0,126	0,70	5,301	192,30	0,621	6,048
186	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	64,9	135,80	13,086	1,40	0,135	1,70	13,725	498,10	1,602	15,462
187	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	66,8	176,30	16,983	1,80	0,171	1,60	12,87	466,90	1,503	14,544
188	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	74,2	12,00	1,152	0,10	0,009	0,10	0,819	29,70	0,099	0,927

Nº Ident.	Nome da espécie	Localização	DAP(cm)	Carbono Armazenado		Benefícios Anuais						
						Carbono sequestrado (bruto)		Escoamento evitado		Poluição removida		Total Benefícios
				(kg)	(€)	(kg)	(€)	(m³)	(€)	(g)	(€)	(€)
189	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	69,7	28,90	2,79	0,30	0,036	1,40	10,971	398,00	1,287	12,285
190	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	87,9	34,10	3,294	0,30	0,027	2,80	22,788	827,00	2,664	25,488
191	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	66,5	29,00	2,79	0,20	0,027	2,40	19,296	700,10	2,259	21,573
192	Phoenix canariensis	Jardim do Passeio Alegre	68,4	32,10	3,096	0,30	0,036	2,30	18,279	663,30	2,142	20,448
193	Metrosideros excelsa	Jardim do Passeio Alegre	95,6	3 037,2	292,644	86,10	8,298	4,60	37,017	1 343,4	4,329	49,644
194	Metrosideros excelsa	Jardim do Passeio Alegre	99,6	3 329,1	320,769	75,10	7,236	3,70	30,276	1 098,6	3,546	41,058
195	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	96,8	3 083,4	297,099	81,90	7,893	2,10	16,875	612,40	1,971	26,739
196	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	79,2	1 902,9	183,357	65,30	6,291	2,10	16,929	614,30	1,98	25,2
197	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	87,9	2 428,5	234	58,00	5,589	1,60	13,257	481,00	1,548	20,394
198	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	83,3	2 147,0	206,874	62,00	5,976	2,00	15,831	574,60	1,854	23,661
199	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	116,2	4 494,5	433,062	63,00	6,066	2,20	17,946	651,10	2,097	26,109
200	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	63,1	1 093,6	105,372	47,00	4,527	2,40	19,386	703,50	2,268	26,181
201	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	32,7	276,70	26,658	9,10	0,873	0,60	4,482	162,60	0,522	5,877
202	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	129,9	5 110,8	492,444	32,10	3,096	1,80	14,238	516,60	1,665	18,999
203	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	66,2	1 209,7	116,559	38,30	3,69	1,40	11,088	402,50	1,296	16,083
204	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	97,3	3 108,7	299,538	92,40	8,901	2,00	16,416	595,80	1,917	27,234
205	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	70,1	1 400,0	134,901	44,90	4,329	1,90	15,093	547,80	1,764	21,195
206	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	76,4	1 707,0	164,475	54,10	5,211	1,20	9,846	357,20	1,152	16,209
207	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	77,4	1 769,2	170,469	55,20	5,319	1,90	15,381	558,00	1,8	22,5
208	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	41,8	399,80	38,52	26,00	2,502	1,20	9,558	347,00	1,116	13,185
209	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	82,5	2 065,3	198,999	68,50	6,597	1,50	12,402	450,00	1,449	20,457
210	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	63,5	1 095,1	105,516	38,90	3,744	1,30	10,152	368,50	1,188	15,093
211	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	58,1	880,90	84,879	31,80	3,06	1,30	10,485	380,30	1,224	14,769
212	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	72,4	1 890,0	182,106	42,10	4,059	1,90	14,967	543,10	1,755	20,781
213	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	55,4	1 004,3	96,768	22,70	2,187	1,30	10,152	368,30	1,188	13,518
214	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	59,9	954,90	92,007	40,90	3,933	1,70	13,905	504,60	1,629	19,467
215	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	50,6	628,60	60,57	22,10	2,133	1,10	8,685	315,00	1,017	11,826
216	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	80,8	1 974,0	190,197	62,80	6,048	2,00	16,353	593,40	1,917	24,318
217	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	73,7	1 571,5	151,416	51,50	4,959	1,70	13,698	496,90	1,602	20,259
218	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	59,4	931,00	89,703	35,30	3,402	1,30	10,215	370,60	1,197	14,814
219	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	68,3	1 296,9	124,956	49,00	4,725	1,10	9,171	332,80	1,071	14,967
220	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	66,2	1 208,0	116,397	49,80	4,806	1,70	13,491	489,50	1,575	19,872
221	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	65,1	1 155,8	111,366	37,30	3,6	1,20	9,81	356,00	1,152	14,553
222	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	53,3	714,80	68,877	32,30	3,114	1,50	11,988	434,90	1,404	16,497
223	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	63,2	1 347,0	129,789	34,40	3,312	1,60	12,96	470,10	1,512	17,784
224	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	80,4	1 943,7	187,281	62,20	5,994	2,20	17,397	631,30	2,034	25,425
225	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	57,5	1 080,9	104,148	25,30	2,439	1,00	8,154	295,80	0,954	11,547
226	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	69,1	1 697,6	163,575	33,10	3,186	1,70	14,058	510,20	1,647	18,891

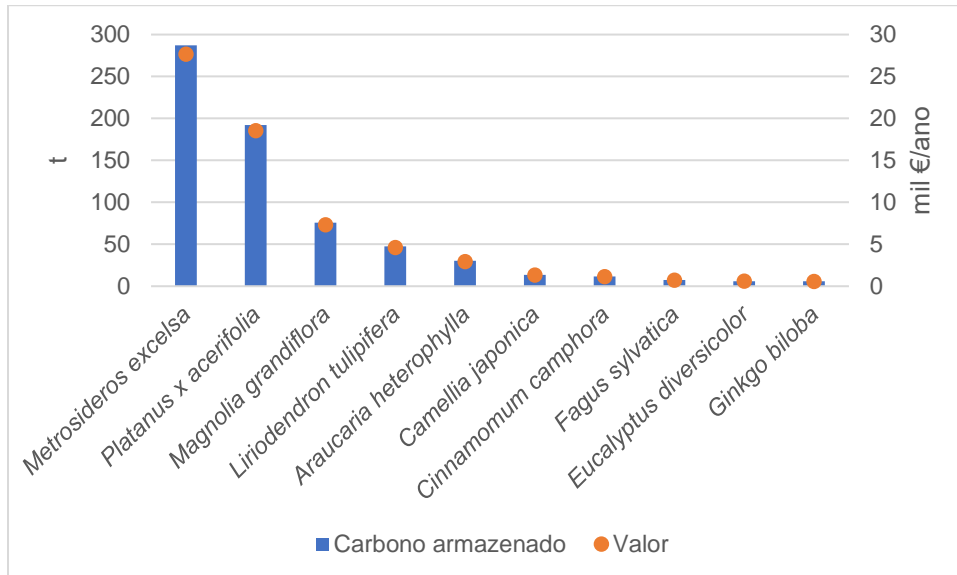
Nº Ident.	Nome da espécie	Localização	DAP(cm)	Carbono Armazenado		Benefícios Anuais						
						Carbono sequestrado (bruto)		Escoamento evitado		Poluição removida		Total Benefícios
				(kg)	(€)	(kg)	(€)	(m³)	(€)	(g)	(€)	(€)
227	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	98,7	3 990,4	384,498	54,90	5,292	1,40	11,223	407,10	1,314	17,82
228	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	86,8	2 336,0	225,09	60,90	5,868	2,00	15,786	572,80	1,845	23,499
229	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	96,6	3 042,4	293,148	76,20	7,344	2,20	17,586	638,10	2,061	26,982
230	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	45,9	499,50	48,123	19,30	1,863	0,90	7,308	265,20	0,855	10,026
231	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	68,3	1 311,6	126,378	46,30	4,455	1,70	13,968	506,70	1,638	20,052
232	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	69,8	1 378,9	132,867	44,50	4,293	1,90	15,345	556,90	1,791	21,429
233	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	118,3	5 747,0	553,743	50,90	4,905	2,50	19,827	719,30	2,322	27,054
234	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	115,2	4 432,2	427,068	72,90	7,02	2,20	17,622	639,50	2,061	26,712
235	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	66,8	1 258,0	121,212	48,20	4,644	1,80	14,166	513,90	1,656	20,457
236	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	83,4	2 153,4	207,486	54,00	5,202	2,70	21,753	789,30	2,547	29,493
237	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	119,6	4 666,1	449,595	43,90	4,23	2,40	19,701	714,70	2,304	26,235
238	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	129,2	5 071,4	488,646	35,80	3,456	2,00	16,371	594,10	1,917	21,744
239	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	124,8	4 938,9	475,884	44,90	4,329	2,20	17,991	652,70	2,106	24,417
240	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	132,5	5 182,5	499,356	32,40	3,114	2,50	20,331	737,90	2,376	25,83
241	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	92,3	2 739,9	263,997	66,90	6,453	2,10	17,136	621,80	2,007	25,596
242	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	95,8	3 766,5	362,916	39,30	3,78	1,90	15,507	562,70	1,818	21,105
243	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	74,7	2 052,5	197,766	29,80	2,871	1,40	11,61	421,30	1,359	15,84
244	Metrosideros excelsa	Jardim do Homem do Leme	58,8	1 140,8	109,917	22,70	2,187	0,90	7,533	273,40	0,882	10,602
245	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	121,6	4 847,5	467,082	57,40	5,526	2,10	17,289	627,20	2,025	24,831
246	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	133,1	6 547,8	630,9	31,70	3,06	1,80	14,85	538,70	1,737	19,638
247	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	109,5	4 139,1	398,817	84,10	8,109	4,60	36,945	1 340,8	4,32	49,383
248	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	117,1	5 712,7	550,44	51,70	4,977	2,30	18,279	663,20	2,142	25,398
249	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	113,6	5 456,3	525,735	56,40	5,436	2,40	19,503	707,80	2,286	27,225
250	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	146,7	6 909,7	665,775	20,40	1,962	2,80	22,815	827,80	2,673	27,45
251	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	130,8	6 492,4	625,572	30,60	2,943	2,40	19,782	717,70	2,313	25,038
252	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	87,6	2 433,0	234,432	79,90	7,704	2,40	19,332	701,50	2,259	29,295
253	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	107	3 863,0	372,213	83,90	8,082	2,00	16,245	589,40	1,899	26,226
254	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	121,3	4 760,5	458,694	51,90	5,004	1,30	10,476	380,00	1,224	16,704
255	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	96,3	3 036,1	292,536	86,10	8,289	2,30	18,738	680,00	2,196	29,223
256	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	176,9	5 718,0	550,953	18,40	1,773	5,30	42,921	1 557,3	5,022	49,707
257	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	166,9	5 693,0	548,55	16,50	1,593	4,70	37,593	1 364,1	4,401	43,578
258	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	142,5	6 876,8	662,607	21,10	2,034	3,00	24,264	880,30	2,835	29,133
259	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	137,4	6 778,7	653,157	23,70	2,286	3,00	24,147	876,10	2,826	29,25
260	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	121,7	6 035,1	581,499	36,10	3,474	2,80	22,302	809,20	2,61	28,386
261	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	143,6	6 881,8	663,093	19,00	1,827	3,70	29,934	1 086,3	3,501	35,262
262	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	181,7	5 825,5	561,312	17,20	1,665	4,90	39,852	1 446,0	4,662	46,17
263	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	111,2	5 288,8	509,598	49,10	4,725	3,00	23,877	866,30	2,79	31,392
264	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	133,7	5 330,0	513,567	36,40	3,51	3,70	30,051	1 090,5	3,519	37,08

Nº Ident.	Nome da espécie	Localização	DAP(cm)	Carbono Armazenado		Benefícios Anuais						
						Carbono sequestrado (bruto)		Escoamento evitado		Poluição removida		Total Benefícios
				(kg)	(€)	(kg)	(€)	(m³)	(€)	(g)	(€)	(€)
265	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	135,7	6 636,7	639,468	26,30	2,529	2,70	21,69	787,10	2,538	26,757
266	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	148,5	6 904,3	665,262	16,40	1,575	3,20	25,812	936,70	3,024	30,411
267	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	145,1	5 495,7	529,533	22,40	2,16	4,40	35,514	1 288,5	4,158	41,823
268	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	134,3	6 606,7	636,579	26,60	2,565	1,70	13,869	503,20	1,62	18,054
269	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	94,2	3 602,1	347,076	38,20	3,681	1,20	9,414	341,60	1,098	14,202
270	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	97,4	3 927,7	378,45	58,00	5,589	1,80	14,787	536,40	1,728	22,095
271	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	90,5	3 283,7	316,395	42,60	4,104	1,40	11,637	422,40	1,359	17,109
272	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	77,1	1 797,9	173,232	48,60	4,68	1,90	15,066	546,60	1,764	21,51
273	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	91,9	2 733,9	263,421	62,30	6,003	1,80	14,364	521,40	1,683	22,05
274	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	99,8	4 139,3	398,835	48,80	4,707	1,70	13,383	485,60	1,566	19,647
275	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	73	1 570,0	151,281	44,80	4,32	2,10	17,154	622,40	2,007	23,481
276	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	44,6	487,20	46,944	22,40	2,16	1,70	13,437	487,40	1,575	17,163
277	Metrosideros excelsa	Jardim da Av. de Montevideu	67,7	1 282,3	123,552	42,70	4,113	1,00	7,839	284,40	0,918	12,87
278	Liriodendron tulipifera	Casa Tait	164,2	7 500,0	722,655	12,50	1,206	10,60	85,869	3 115,8	10,044	97,119
279	Camellia japonica	Casa Tait	14,2	37,30	3,591	4,40	0,423	0,20	1,548	56,10	0,18	2,151
280	Camellia japonica	Casa Tait	13,2	33,70	3,24	3,00	0,288	0,00	0,279	10,30	0,036	0,603
281	Camellia japonica	Casa Tait	12,4	28,40	2,736	2,80	0,27	0,10	0,432	15,60	0,054	0,756
282	Camellia japonica	Casa Tait	9,7	15,90	1,53	2,20	0,207	0,00	0,234	8,50	0,027	0,468
283	Camellia japonica	Casa Tait	8,3	10,60	1,026	1,70	0,162	0,00	0,117	4,20	0,009	0,297
284	Camellia japonica	Casa Tait	6	5,30	0,513	1,10	0,108	0,10	0,738	26,70	0,09	0,927
285	Camellia japonica	Casa Tait	9,7	14,70	1,422	2,00	0,198	0,10	0,495	18,10	0,054	0,747
286	Camellia japonica	Casa Tait	38,5	428,60	41,301	16,60	1,602	0,90	7,038	255,30	0,819	9,459
287	Camellia japonica	Casa Tait	26,5	167,50	16,146	10,10	0,972	0,60	4,563	165,60	0,531	6,066
288	Camellia japonica	Casa Tait	31,2	246,90	23,787	8,80	0,846	0,90	7,191	261,10	0,846	8,883
289	Camellia japonica	Casa Tait	42	518,60	49,968	18,50	1,791	1,20	9,306	337,60	1,089	12,177
290	Camellia japonica	Casa Tait	33,7	306,90	29,565	11,30	1,089	0,70	5,481	199,00	0,639	7,218
291	Camellia japonica	Casa Tait	30,8	244,70	23,58	8,80	0,855	0,40	3,195	116,10	0,378	4,428
292	Camellia japonica	Casa Tait	35,7	349,10	33,633	10,90	1,053	0,50	3,915	142,00	0,459	5,427
293	Camellia japonica	Casa Tait	65,4	1 523,0	146,745	39,00	3,762	3,60	28,908	1 049,0	3,384	36,054
294	Camellia japonica	Casa Tait	14,6	41,80	4,032	3,80	0,36	0,10	0,405	14,80	0,045	0,819
295	Camellia japonica	Casa Tait	30,9	241,40	23,265	5,70	0,549	0,10	0,648	23,60	0,072	1,278
296	Camellia japonica	Casa Tait	11,3	21,60	2,079	3,20	0,315	0,10	0,729	26,50	0,081	1,125
297	Camellia japonica	Casa Tait	11,8	24,50	2,358	2,30	0,216	0,10	1,116	40,60	0,135	1,467
298	Camellia japonica	Casa Tait	14	36,10	3,483	3,40	0,333	0,20	1,386	50,10	0,162	1,872
299	Camellia japonica	Casa Tait	28,2	190,30	18,333	9,10	0,873	0,40	3,231	117,10	0,378	4,482
300	Camellia japonica	Casa Tait	23,5	130,70	12,6	6,80	0,657	0,60	4,608	167,10	0,54	5,805
301	Camellia japonica	Casa Tait	53,6	920,40	88,677	24,50	2,358	1,70	13,977	507,10	1,638	17,964
302	Camellia japonica	Casa Tait	13,5	33,30	3,213	2,90	0,279	0,10	0,783	28,40	0,09	1,152

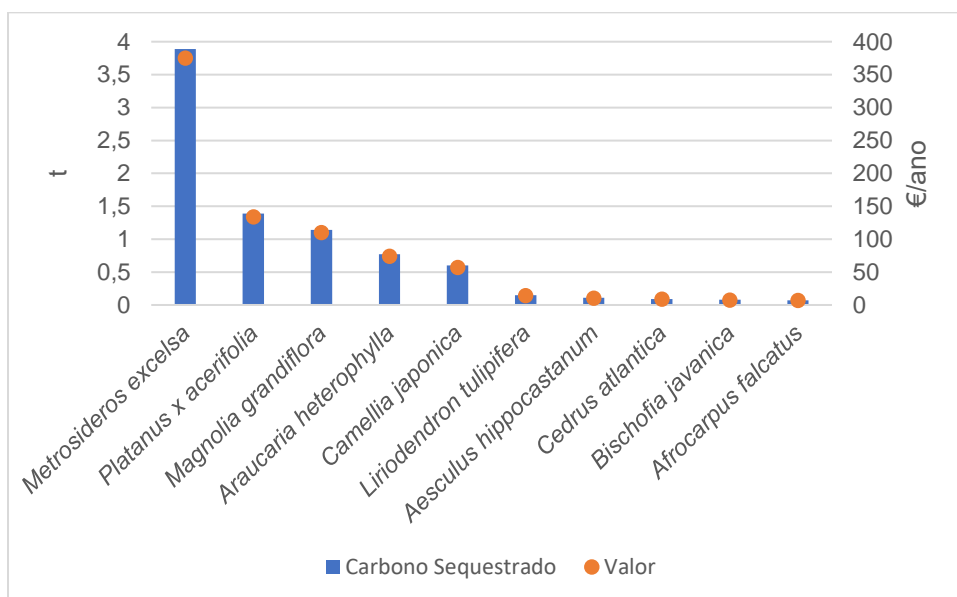
Nº Ident.	Nome da espécie	Localização	DAP(cm)	Carbono Armazenado		Benefícios Anuais						
						Carbono sequestrado (bruto)		Escoamento evitado		Poluição removida		Total Benefícios
				(kg)	(€)	(kg)	(€)	(m³)	(€)	(g)	(€)	(€)
303	Camellia japonica	Casa Tait	12,7	29,00	2,79	2,40	0,225	0,10	0,747	27,10	0,09	1,062
304	Camellia japonica	Casa Tait	16,3	52,60	5,076	3,20	0,306	0,10	0,531	19,10	0,063	0,891
305	Camellia japonica	Casa Tait	17,3	61,10	5,895	3,70	0,351	0,20	1,629	59,00	0,189	2,169
306	Camellia japonica	Casa Tait	45,2	606,70	58,464	16,90	1,629	0,60	4,68	169,70	0,549	6,858
307	Camellia japonica	Casa Tait	23,5	125,60	12,096	6,70	0,648	0,20	1,854	67,10	0,216	2,709
308	Camellia japonica	Casa Tait	46,8	673,00	64,854	24,10	2,322	1,60	12,771	463,30	1,494	16,587
309	Camellia japonica	Casa Tait	19,4	82,80	7,983	5,90	0,567	0,50	4,239	153,70	0,495	5,301
310	Camellia japonica	Casa Tait	10,9	20,30	1,953	2,40	0,234	0,10	1,035	37,70	0,117	1,395
311	Camellia japonica	Casa Tait	17,2	61,00	5,877	4,10	0,396	0,30	2,025	73,60	0,234	2,664
312	Camellia japonica	Casa Tait	22,8	117,40	11,313	6,10	0,585	0,30	2,295	83,30	0,27	3,15
313	Camellia japonica	Casa Tait	29,2	219,80	21,177	8,80	0,846	0,50	3,816	138,40	0,45	5,112
314	Camellia japonica	Casa Tait	6,8	6,80	0,648	1,20	0,117	0,10	0,747	27,00	0,09	0,945
315	Camellia japonica	Casa Tait	34,1	323,10	31,131	14,80	1,431	1,30	10,359	376,00	1,215	13,005
316	Camellia japonica	Casa Tait	17,7	64,80	6,246	5,10	0,495	0,30	2,115	76,60	0,243	2,853
317	Camellia japonica	Casa Tait	32,5	272,80	26,289	11,20	1,08	0,60	4,626	167,90	0,54	6,246
318	Camellia japonica	Casa Tait	11,5	22,90	2,214	1,90	0,189	0,10	1,008	36,40	0,117	1,305
319	Camellia japonica	Casa Tait	16,9	55,90	5,391	4,20	0,405	0,20	1,305	47,50	0,153	1,863
320	Camellia japonica	Casa Tait	6,1	5,70	0,549	1,10	0,108	0,20	1,368	49,70	0,162	1,638
321	Camellia japonica	Casa Tait	13,7	35,30	3,402	3,10	0,306	0,30	2,169	78,60	0,252	2,718
322	Camellia japonica	Casa Tait	5,9	5,00	0,477	1,00	0,099	0,00	0,279	10,10	0,036	0,405
323	Camellia japonica	Casa Tait	15,3	44,80	4,32	3,50	0,333	0,00	0,405	14,60	0,045	0,783
324	Camellia japonica	Casa Tait	12,7	29,30	2,826	3,00	0,288	0,10	0,675	24,40	0,081	1,044
325	Camellia japonica	Casa Tait	14,4	39,60	3,816	3,90	0,369	0,10	1,134	41,10	0,135	1,638
326	Camellia japonica	Casa Tait	17,5	61,90	5,958	4,70	0,459	0,10	0,981	35,50	0,117	1,548
327	Camellia japonica	Casa Tait	6	4,90	0,477	0,90	0,081	0,00	0,243	8,90	0,027	0,351
328	Camellia japonica	Casa Tait	24,8	143,90	13,869	8,70	0,837	0,40	3,465	125,70	0,405	4,707
329	Camellia japonica	Casa Tait	22,4	112,50	10,836	4,90	0,477	0,20	1,548	56,30	0,18	2,205
330	Camellia japonica	Casa Tait	19,9	87,30	8,406	7,30	0,711	0,20	1,44	52,20	0,171	2,313
331	Camellia japonica	Casa Tait	28,9	208,10	20,052	10,90	1,053	0,20	1,449	52,40	0,171	2,664
332	Camellia japonica	Casa Tait	25,3	151,40	14,589	9,50	0,918	0,40	3,384	122,80	0,396	4,698
333	Camellia japonica	Casa Tait	14,2	37,40	3,6	3,50	0,333	0,10	0,963	35,00	0,117	1,413
334	Camellia japonica	Casa Tait	40,1	453,60	43,704	19,10	1,845	0,70	5,418	196,50	0,63	7,893
335	Camellia japonica	Casa Tait	9,8	16,20	1,557	1,90	0,18	0,20	1,467	53,20	0,171	1,818
336	Camellia japonica	Casa Tait	13,5	34,70	3,348	2,60	0,252	0,30	2,079	75,50	0,243	2,574
337	Camellia japonica	Casa Tait	16,6	56,00	5,4	5,30	0,513	0,20	1,629	59,00	0,189	2,331
338	Camellia japonica	Casa Tait	11,1	21,00	2,025	2,40	0,234	0,00	0,243	8,80	0,027	0,495
339	Camellia japonica	Casa Tait	15,5	47,40	4,563	5,00	0,486	0,30	2,601	94,50	0,306	3,393
340	Camellia japonica	Casa Tait	14,7	41,50	3,996	4,20	0,405	0,30	2,529	91,70	0,297	3,222

Nº Ident.	Nome da espécie	Localização	DAP(cm)	Carbono Armazenado		Benefícios Anuais						
						Carbono sequestrado (bruto)		Escoamento evitado		Poluição removida		Total Benefícios
				(kg)	(€)	(kg)	(€)	(m³)	(€)	(g)	(€)	(€)
341	Camellia japonica	Casa Tait	14	36,50	3,51	2,90	0,279	0,00	0,351	12,60	0,045	0,666
342	Camellia japonica	Casa Tait	20,1	87,50	8,424	5,80	0,558	0,30	2,268	82,20	0,261	3,087
343	Camellia japonica	Casa Tait	15,7	48,30	4,662	4,80	0,468	0,30	2,277	82,60	0,27	3,006
344	Camellia japonica	Casa Tait	15,5	47,10	4,536	3,90	0,378	0,40	2,853	103,60	0,333	3,564
345	Camellia japonica	Casa Tait	48,3	573,80	55,287	33,90	3,267	2,00	15,831	574,50	1,854	20,952
346	Camellia japonica	Casa Tait	12,6	28,40	2,736	2,60	0,252	0,10	1,152	41,80	0,135	1,539
347	Camellia japonica	Casa Tait	5,7	4,30	0,414	1,00	0,09	0,00	0,081	3,00	0,009	0,189
348	Camellia japonica	Casa Tait	41,3	470,90	45,369	18,60	1,791	0,10	0,459	16,50	0,054	2,295
349	Camellia japonica	Casa Tait	3,5	1,40	0,135	0,50	0,045	0,00	0,225	8,30	0,027	0,306
350	Camellia japonica	Casa Tait	30,9	191,30	18,432	16,90	1,629	0,60	4,716	171,20	0,549	6,894
351	Camellia japonica	Casa Tait	12,5	28,00	2,7	3,50	0,342	0,20	1,557	56,60	0,18	2,079
352	Camellia japonica	Casa Tait	21,2	99,50	9,585	7,00	0,675	0,40	3,375	122,50	0,396	4,446
353	Camellia japonica	Casa Tait	20,3	90,40	8,712	7,40	0,711	0,50	4,266	154,90	0,495	5,481
354	Camellia japonica	Casa Tait	17,9	64,70	6,237	5,40	0,522	0,30	2,088	75,70	0,243	2,853
355	Camellia japonica	Casa Tait	69,9	1 751,0	168,723	40,30	3,879	2,10	16,983	616,10	1,989	22,842
356	Camellia japonica	Casa Tait	15,9	48,90	4,707	3,50	0,333	0,00	0,333	12,20	0,036	0,711
357	Camellia japonica	Casa Tait	20,3	89,30	8,604	4,90	0,477	0,10	0,414	14,90	0,045	0,936
	Total			713 009	68 702	8 596	828	889	7 181	260 572	840	8 850

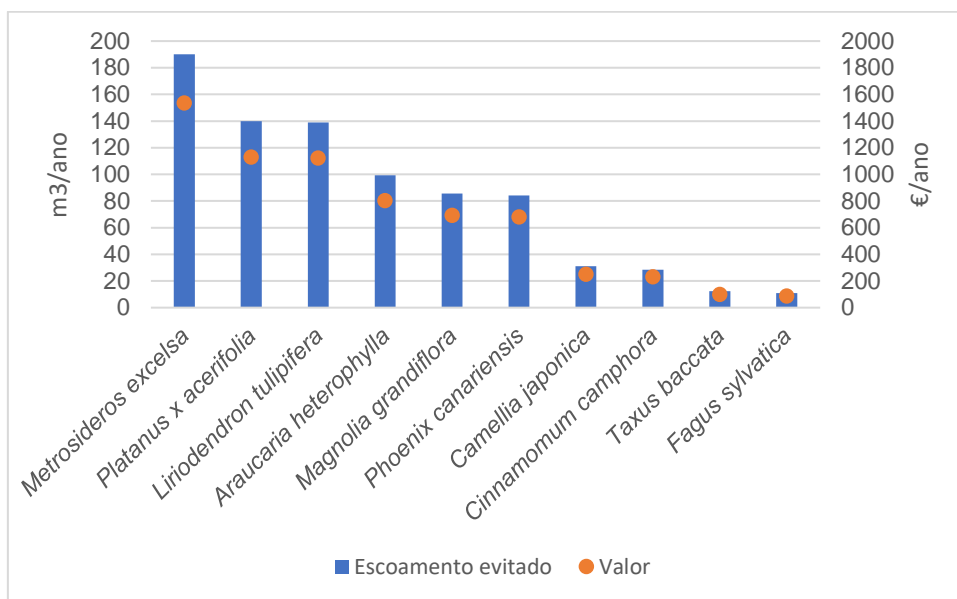
Anexo I – Gráficos com as estimativas da quantidade e respetivo valor dos serviços de ecossistema calculados para as espécies de AMIP com maior produção



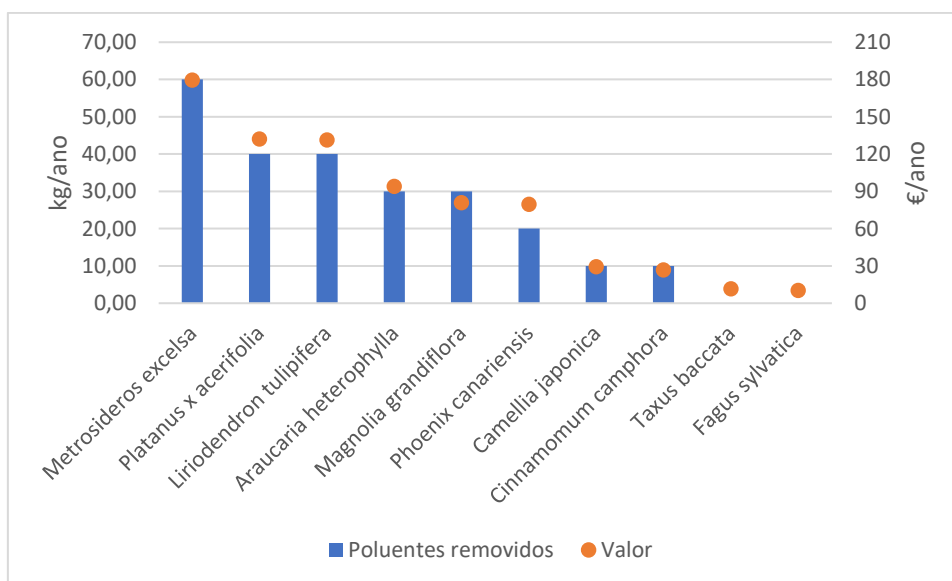
I1 - Estimativa da quantidade de carbono armazenado (toneladas) e respetivo valor (€) das espécies de AMIP com a maior quantidade de carbono armazenado. Estimativas obtidas usando o software i-Tree.Eco V6.



I2 - Estimativa da quantidade de carbono sequestrado anualmente (toneladas) e respetivo valor (€) das espécies de AMIP com a maior quantidade de carbono sequestrado. Estimativas obtidas usando o software i-Tree.Eco V6.



I3 - Estimativa do escoamento de águas pluviais anual evitado (m³) e respetivo valor (€) das espécies de AMIP com a maior escoamento evitado. Estimativas obtidas usando o software i-Tree.Eco V6.



I4 - Espécies de AMIP com maior quantidade de poluentes removidos e respetivo valor económico. Estimativas obtidas usando o software i-Tree.Eco V6.